

TARTU ÜLIKOOL  
Sotsiaalteaduste valdkond  
Johan Skytte poliitikauuringute instituut

Ott Nauts

**LIIKLUSÕNNETUSE RISKIDE PROGNOOSIMINE RIIKLIKE  
VAHENDITE TÕHUSAMAKS KASUTAMISEKS**

Magistritöö

Juhendaja: Kristjan Vassil, PhD

Tartu 2016

Olen koostanud töö iseseisvalt. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite seisukohad ning kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

*Ott Nauts*

Kaitsmine toimub ...../kuupäev/ kell ...../kellaaeg/  
...../aadress/ auditooriumis ..... /number/.

Retsensent: ..... /nimi/ (...../teaduskraad/),  
..... /amet/

## LÜHIKOKKUVÕTE

Riigieelarveliste ressursside võimalused on piiratud, mistõttu tuleb otsida tõhusamaid võimalusi siseturvalisuse tagamiseks. Siseturvalisuse organisatsioonide jaoks on kõige tavapärasemaks sündmuseks, kuhu reageerivad nii politsei-, kiirabi- kui päästeressurss, liiklusõnnetus, kuhu operatiivressursid teevad aastas enam kui 10 000 väljasõitu. Liiklusõnnetused tähendavad ühiskonnale suuri kulusi, mille mõju ulatub kannatanute isiklikust kahjust riigi majanduseni.

Ehkki Eesti avalik sektor on kõrgelt digitaliseeritud, koguvad paraku erinevad riigiasutused rohkelt andmeid vaid oma organisatsiooni esmaste seaduses ettenähtud ülesannete täitmiseks. Kasutades läbimõeldumalt juba kogutud andmeid, võivad need pakkuda olulist lisaväärtust. Selleks uuriti käesolevas magistritöös, kuidas rasked ilmastikutingimused ja riiklikud pühad avaldavad mõju liiklusõnnetuste toimumisele eesmärgiga planeerida edaspidi tõhusamalt operatiivressursside tegevust ning seeläbi ennetada ohte ja vähendada liiklusõnnetuste tagajärjel tekkivat kahju. Hüpoteese testiti kahe lineaarse regressioonimudeliga andmetöötlusprogrammis RStudio.

Tulemustest selgus, et liiklusõnnetusi toimus pigem enam elanikerohkemates piirkondades ning vähem riiklikel pühadel ja neile järgnevatel päevadel. Rasketest ilmastikutingimustest tingituna toimus liiklusõnnetusi rohkem temperatuuril alla  $-15^{\circ}\text{C}$  ja jäite korral, kuid vähem pimedal ajal. Kannatanuga liiklusõnnetusi toimus samuti enam elanikerohkemates piirkondades. Riiklikud pühad ja neile järgnevad päevad kannatanuga liiklusõnnetuste toimumist ei mõjutanud. Raskete ilmastikutingimuste korral ei toimunud oluliselt enam kannatanuga liiklusõnnetusi. Vaid õhuniiskuse tõustes toimus sagedamini kannatanuga liiklusõnnetusi. Omakorda pimedal ajal toimus kannatanuga liiklusõnnetusi harvem.

Kuigi mõlemad töös esitatud mudelid osutusid statistiliselt oluliseks, tuleks nii riskide prognoosimisel kui ka operatiivressursside tegevuste planeerimisel kasutada esimest mudelit, mis uuris kõiki liiklusõnnetusi ning mille tunnuste vahel oli keskmise tugevusega seos. Kuna liiklusõnnetuste toimumise ning raskete ilmastikutingimuste, riiklike pühade ja piirkonna elanike arvu vahel olid statistiliselt olulised seosed, tuleks uute andmete lisandumisel analüüsidega jätkata ning kaaluda mudeli täiendamist uute tunnustega.

## SISUKORD

Sissejuhatus .....	8
1. Liiklusõnnetused ja nende prognoosimine .....	11
1.1. Liiklusõnnetused Eestis võrreldes teiste Euroopa riikidega .....	11
1.2. Varem koostatud lõputööd liiklusõnnetustest Eestis .....	18
1.3. Liiklusõnnetuste seos ilmastikutingimustega .....	19
1.4. Liiklusõnnetuste seos riiklike pühadega .....	21
1.5. Hüpoteesid .....	22
2. Andmestik, empiirilised indikaatorid ja metoodika .....	23
2.1. Andmestik .....	23
2.1.1. Liiklusõnnetuste andmed .....	24
2.1.2. Ilmastikuandmed .....	26
2.1.3. Riiklikud pühad .....	27
2.2. Empiirilised indikaatorid .....	28
2.3. Metoodika .....	30
3. Tulemused .....	32
3.1. Liiklusõnnetuste ja ilmastikutingimuste üldandmed .....	32
3.1.1. Liiklusõnnetuste esinemine maakondade võrdluses .....	33
3.1.2. Liiklusõnnetuste seos kuude, nädalapäevade, päeva osade ja valgustatusega .....	39
3.1.3. Liiklusõnnetuste seos riiklike pühadega .....	42
3.2. Multivariatiiivse analüüsi tulemused .....	44

4. Diskussioon.....	47
Kokkuvõte .....	54
Kasutatud kirjandus.....	58
Lisad.....	65
Lisa 1 .....	65
Lisa 2 .....	67
Summary .....	68

## TABELID

Tabel 1. Eesti elanike arv maakondades 1. jaanuari 2016. a seisuga.....	23
Tabel 2. Päeva osade kellaajaline jaotus .....	24
Tabel 3. Väljasõitude arv .....	25
Tabel 4. Maakondade vaatlusjaamad .....	26
Tabel 5. Riiklikud pühad.....	27
Tabel 6. Sõltumatud tunnused.....	29
Tabel 7. Töös kasutatavate raskete ilmastikutingimuste tunnused .....	30
Tabel 8. Liiklusõnnetuste ja kannatanuga liiklusõnnetuste arv .....	32
Tabel 9. Ilmastikutingimuste keskmised, miinimum- ja maksimumväärtused.....	33
Tabel 10. Liiklusõnnetustes vigastada saanud ja hukkunud inimesed.....	38
Tabel 11. Suurõnnetused Ida-Virumaal .....	38
Tabel 12. Liiklusõnnetused ja kannatanuga liiklusõnnetused maakonniti.....	39
Tabel 13. Liiklusõnnetused ja kannatanuga liiklusõnnetused valgustatuse järgi.....	42
Tabel 14. Liiklusõnnetused riiklikul pühal ja tavalisel kalendripäeval.....	43
Tabel 15. Regressioonanalüüsi tulemused .....	45
Tabel 16. Sagedustabel ühes liiklusõnnetuses hukkunud inimeste arv kokku.....	67

## JOONISED

Joonis 1. Õnnetussurmad Eestis aastatel 2010-2014.....	12
Joonis 2. Kannatanuga liiklusõnnetused taasiseseisvunud Eestis ning neis vigasaanud ja hukkunud inimesed .....	13
Joonis 3. Liiklusõnnetuses hukkunuid 1 miljoni elaniku kohta Euroopa Liidu riikides 2014. aastal.....	14
Joonis 4. Liiklusõnnetustes kannatada ja vigastada saanud ning hukkunud inimesed ...	32
Joonis 5. Liiklusõnnetused ja kannatanuga liiklusõnnetused maakondades võrreldes elanike arvuga .....	34
Joonis 6. Liiklusõnnetused, kannatanuga liiklusõnnetused, vigastada saanud ja hukkunud inimesi 10 000 elaniku kohta .....	36
Joonis 7. Liiklusõnnetused ja kannatanuga liiklusõnnetused kuude kaupa .....	40
Joonis 8. Liiklusõnnetusi ja kannatanuga liiklusõnnetusi keskmiselt nädalapäeval .....	41
Joonis 9. Liiklusõnnetused ja kannatanuga liiklusõnnetused päeva osades.....	41
Joonis 10. Üks kannatanuga liiklusõnnetus kõigi liiklusõnnetuste kohta päeva osades .	42
Joonis 11. Liiklusõnnetused ja kannatanuga liiklusõnnetused keskmiselt riiklikul pühal ja tavalisel kalendripäeval .....	43
Joonis 12. Temperatuuri hajuvusdiagramm .....	65
Joonis 13. Tuule hajuvusdiagramm.....	65
Joonis 14. Sademete hajuvusdiagramm .....	66
Joonis 15. Suhtelise õhuniiskuse hajuvusdiagramm .....	66

## SISSEJUHATUS

Riigieelarveliste ressursside võimalused on piiratud, kuid ühiskonnas toimuvad pidevad arengud ja muutused, millest paljud annavad vahetult ja kiiresti tunda. Pikemaajaliste probleemide nagu demograafiliste või kliimatiliste muutuste kõrval jätkub üleilmastumine ning hiljuti on tekkinud Euroopas uued probleemid seoses migratsioonikriisi ja julgeolekuolukorra muutumisega, mis avaldavad otsest mõju inimeste elukorraldusele ja esitavad riigile uusi väljakutseid. Käesolevas magistritöös uuritakse, kuidas rasked ilmastikutingimused ja riiklikud pühad avaldavad mõju liiklusõnnetuste toimumisele eesmärgiga planeerida edaspidi tõhusamalt riiklikke ressursse ning seeläbi ennetada ohte ja vähendada liiklusõnnetuste tagajärjel tekkivat kahju.

Vastupidiselt ühiskonna ootustele politseinike ja päästjate arvu ning tehnilise võimekuse kasvu osas, sätestas pärast 2015. aasta Riigikogu valimisi ametisse astunud Vabariigi Valitsus koalitsioonileppes, et valitsussektori töökohtade arv väheneb kooskõlas tööealise elanikkonna kahanemisega (Koalitsioonilepe 2015: 4). Riigireformi jätkamist ja valitsemiskulude vähendamist kinnitas ka 2016. aastal ametisse astunud uus Eesti Vabariigi valitsus (Vabariigi Valitsuse kodulehekülg 2016a). Sisejulgeoleku tagamisel soovitakse anda enam õigusi kohalikele omavalitsustele ning suurendada vabatahtlike rolli (Vabariigi Valitsuse kodulehekülg 2016b). Seetõttu on kriitilise tähtsusega, et suudaksime probleeme ennetada või halvimal juhul õnnetuste korral olla võimalikult hästi ettevalmistatud, minimeerimaks tekkivat kahju.

Selleks, et tagada siseturvalisust väiksemate ressurssidega sama hästi või isegi veel paremini, peab otsima võimalusi seniste vahendite tõhusamaks kasutamiseks. Kõik algab analüüsimisest ja planeerimisest, mille arvelt on võimalik suuremat tõhusust saavutada. Arvestades, et Eesti avalik sektor on kõrgelt digitaliseeritud ning kogutakse rohkelt andmeid, oleks soovitatav alustada nende analüüsimisest. Paraku koguvad erinevad riigiasutused suures koguses andmeid vaid oma organisatsiooni või parimal juhul koostööpartneri jaoks, et täita enda esmaseid seaduses ettenähtud ülesandeid. Riigi Infosüsteemi Ameti andmetel oli aastaks 2015 tehnilise ja organisatsioonilise keskkonnaga X-tee liitunud 219 andmekogu ja 939 organisatsiooni, mis ühendab 1723 teenust (Riigi Infosüsteemi Ameti kodulehekülg 2016). See näitab, et Eestil on olemas



keskkond, mida paljud organisatsioonid kasutavad turvaliseks internetipõhiseks informatsiooni vahetamiseks. X-tee kaudu liigub riigi infosüsteemide vahel märkimisväärne hulk andmeid, mida on võimalik enda kasuks tööle panna, et luua lisaväärtust, kasutada riigiressursse tõhusamalt ning tõsta ühiskonna turvatunnet.

Siseturvalisuse organisatsioonide jaoks on kõige tavapärasemaks ja sagedasemaks sündmuseks, kuhu reageerivad nii politsei-, kiirabi- kui päästeressurss, liiklusõnnetus. Operatiivressursid teevad liiklusõnnetustele aastas enam kui 10 000 väljasõitu (vt Tabel 3, lk 25). Sündmuste rohkuse kui ka neis kannatada saanud ja hukkunud inimeste koguarvu tõttu on liiklusõnnetused pälvinud laia tähelepanu. Uuritud on inimfaktori mõju (Eensoo 2010), sh rõhutatud liikluskultuuri osatähtsust (Ess 2015; Turu-uuringute AS 2015a), õigesti valitud sõidukiirust (Turu-uuringute AS 2015b), turvavarustuse kasutamist (Turu-uuringute AS 2015c), joobes juhtimist (Turu-uuringute AS 2014) jne. Riiklike pühade lähenedes teavitatakse meedias üha enam, kuivõrd oluline on mõõdukas tähtpäevade tähistamine ning toonitatakse pärast alkoholi tarbimist sõidukit mitte juhtida. Sarnast kommunikatsiooni kasutatakse ka raskete ilmastikutingimuste eel ning nende kestel. Arvestades, et Eesti paikneb parasvöötmes, kus aastaegade vaheldumine ning ekstreemsed ilmastikutingimused on aeg-ajalt paratamatus, on nii ilmatikutingimuste kui ka riiklike pühade mõju liiklusõnnetuste toimumisele vähe uuritud.

Käesolev magistritöö on jaotatud neljaks peatükiks, millest esimeses kirjeldatakse liiklusõnnetuste toimumise viimaste aastate tendentse nii Eestis kui Euroopa Liidus. Lisaks tuuakse välja, kuidas mõjutavad liiklusõnnetused ühiskonda, miks on vajalik liiklusõnnetuste vähendamise tegeleda ning millised Eesti ja Euroopa Liidu strateegilised dokumendid seda kirjeldavad. Samuti antakse ülevaade hiljuti Eesti ülikoolides koostatud liiklusõnnetuste teemalistest lõputöödest ning mujal maailmas nii ilmastikutingimuste kui riiklike pühade ja liiklusõnnetuste vahelisi seoseid uurinud töödest.

Teises peatükis põhjendatakse Häirekeskuselt, Politsei- ja Piirivalveametilt, Eesti Statistikaametilt, Riigi Ilmateenistuselt ning Tartu Observatooriumilt kogutud andmete kasutust ning kirjeldatakse nende töötlemist. Lisaks tuuakse välja, milliseid sõltuvaid ja

sõltumatuid tunnuseid töös kasutatakse ning põhjendatakse, miks testitakse andmetöötlusprogrammis RStudio muutujate vahelisi seoseid regressioonianalüüsiga.

Käesoleva magistritöö kolmandas peatükis esitatakse tulemused, kui palju toimus analüüsitaval perioodil liiklusõnnetusi ja kannatanuga liiklusõnnetusi, sh millises kuus, maakonnas, nädalapäeval ja päeva osas toimus enim liiklusõnnetusi ning mis mõju oli riiklikel pühadel ja erinevat ilmastikutingimustel liiklusõnnetuste toimumisele. Töö neljandas peatükis analüüsitakse tulemusi ning esitatakse järeldused.

## **1. LIIKLUSÕNNETUSED JA NENDE PROGNOOSIMINE**

Tuleviku prognoosimine on alati olnud inimestele oluline, alustades ilma ennustamisest ja lõpetades makromajanduslike prognoosidega. Prognooside aluseks on varasemad andmed ning hetkel teadaolev informatsioon, mille põhjal saab hinnata tegurite mõju. Eestis teostab Rahandusministeerium majandusprognoose, mis on aluseks riigieelarve koostamisele ja poliitiliste valikute tegemiseks. Sarnaselt majandusprognoosidele, mille põhjal tehakse eelarvepoliitilisi otsuseid, võib varasemate andmete põhjal prognoosida liiklusõnnetuste toimumise tõenäosust, kuna liiklusohutus on endiselt Eesti üks olulisematest probleemide.

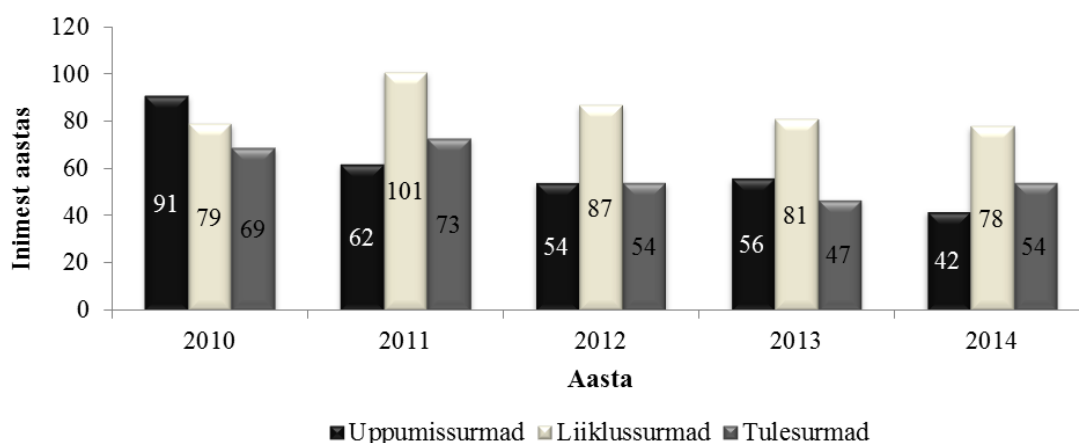
Väärtustades juba kogutud andmeid ning neid terviklikult kasutades võime tulevikus prognoosida, kui tõenäoliselt teatud tingimuste korral teatud piirkonnas võib toimuda liiklusõnnetusi. Teades lähenevat ilmaprognoosi ja/või riiklikke pühi, saab planeerida politsei, pääste ja kiirabi koosseise ning paiknemist, teavitada liiklejaid võimalikust ohust, korraldada ennetavalt ümber liiklus potentsiaalsetes ohupiirkondades (nt vähendades lubatud sõidukiirust) jne.

### **1.1. Liiklusõnnetused Eestis võrreldes teiste Euroopa riikidega**

Hoolimata sellest, et pärast taasiseseisvumist on liiklusõnnetustes hukkunud inimeste arv märgatavalt vähenenud, on siiski liiklusohutus üks olulisemaid probleeme ja liiklusõnnetuses hukkumine üheks enam levinumaks õnnetussurmaks Eestis (vt Joonis 1) (Eesti Statistikaameti kodulehekülg 2016; Siseturvalisuse arengukava 2015-2020: 11).

Aastate jooksul on parandatud füüsilist keskkonda: arendatud taristut, muudetud teid ja liikluskorraldust ohutumaks ning parandatud teede ja ülekäiguradade valgustatust. Kuigi mootorsõidukite arv on võrreldes 1990ndate algusega enam kui kaks korda kasvanud (Pukk 2013), on autod muutunud järjest turvalisemaks. Füüsilist keskkonda ei ole võimalik absoluutselt ohutuks muuta, mistõttu on olulised inimeste käitumisharjumused. Koos seadusandluse täiendustega on muutunud ka inimeste väärtushinnangud ja hoiakud: paranenud on turvavöö ja laste turvavarustuse kasutamine (Stratum Inseneribüroo 2010; Ess 2015), jalgrattakiivrite kandmine (TNS Emor 2011) ning helkuri kasutamine (TNS Emor 2012). Oma osa käitumisharjumuste ja väärtuste

muutumisel on olnud erinevatel teavituskampaaniatel. Erinevate infokanalite kaudu on investeeritud rohkelt ressursse, et jõuda ennetustööga erinevate sihtrühmadeni, sh erinevate vanuse- ja rahvusrühmadeni. Samas, kui hästi ka ei üritataks keskenduda erinevatele kampaaniatele, ei jõuta läbi meedia kunagi maksimaalselt kõigi sihtgrupi liikmeteni.



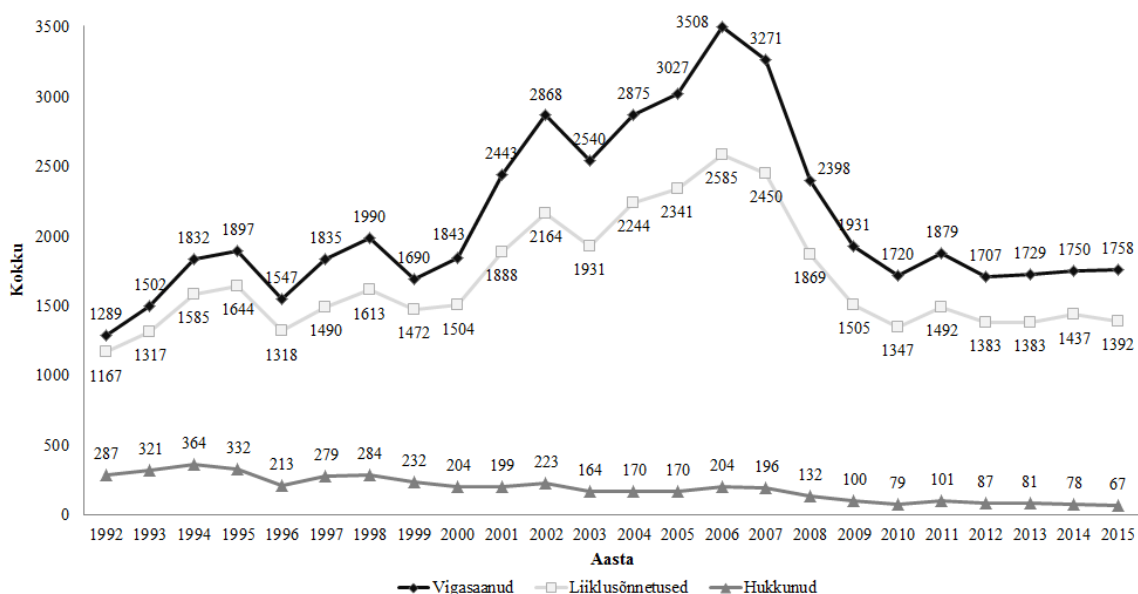
Joonis 1. Õnnetussurmad Eestis aastatel 2010-2014

Allikas: Autori koostatud Siseturvalisuse arengukava 2015-2020 (lk 11) ja Eesti Statistikaameti andmete põhjal

Ainult teavituskampaaniate, füüsilise keskkonna, hoiakute või seaduse muudatuste mõju liiklusõnnetuste arvu muutumisele on raske mõõta, sest aastatega on kiirenud ja paranenud vältimatu abi osutamine, sh pääste- ja meditsiinivõimekus. Seega on hukkunute arvu vähenemine komplekselt erinevate koosmõjurite tulemus.

2015. aastal sai Eesti teedel surma 67 inimest, mis on väikseim hulk pärast taasiseseisvumist (vt Joonis 2). Kannatanuga liiklusõnnetuste ning neis vigastada saanud inimeste arv ei ole aga viimase kuue aasta jooksul vähenenud. See näitab, et valitseb seisak ning liiklusõnnetuste analüüsimine on endiselt akuutne. Liiklusõnnetused ja liiklusohutus on teemad, mis väärivad tähelepanu, sest 2014. aasta Politsei- ja Piirivalveameti uuringu kohaselt tunnevad liikluses enda või oma pere tervisele ohtu 59% elanikkonnast (Oper 2015: 56). Ka 2016. aastal ametisse astunud Vabariigi Valitsus märgib oma tegevuskavas, et eesmärk on õnnetussurmasid vähendada (Vabariigi Valitsuse kodulehekülg 2016b).

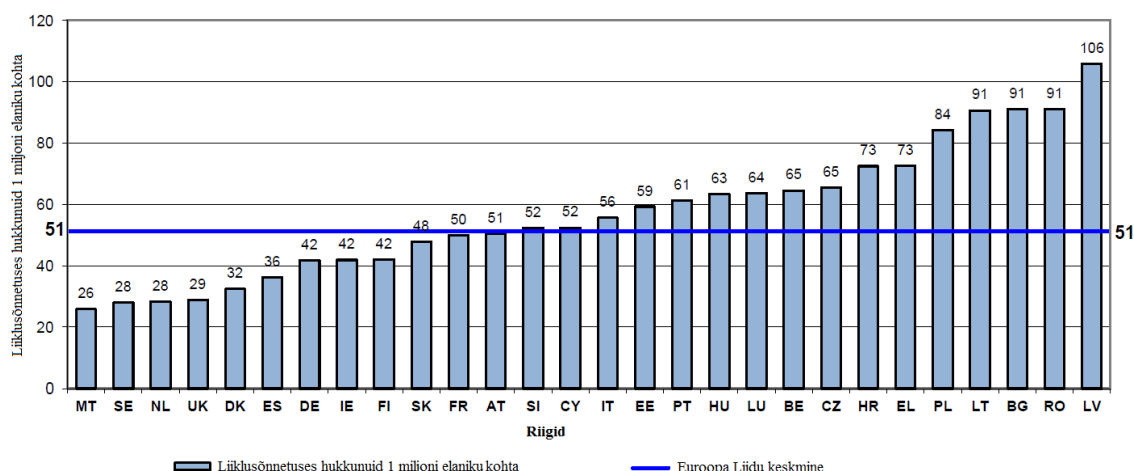
Euroopa Liidus vähenes keskmiselt kannatanuga liiklusõnnetuste arv 2010. aasta 1,13 miljonilt 2014. aastaks 1,08 miljonini (European Commission 2016: 7) ning hukkunute arv vastavalt 31 tuhandelt 26 tuhandeni (European Commission 2016: 10). Samal perioodil Eestis liikluses hukkunute inimeste arvus olulist erinevust ei ole (vastavalt 2010. aastal 79 ja 2014. aastal 78 inimest) (vt Joonis 2). Seega saab väita, et erinevalt Eestist, on Euroopa Liidu liikmesriikides keskmiselt nii kannatanuga liiklusõnnetuste kui ka neis hukkunud inimeste arvu osas selge positiivne langustendents.



Joonis 2. Kannatanuga liiklusõnnetused taasiseseisvunud Eestis ning neis vigasaanud ja hukkunud inimesed

Allikas: Autori koostatud Eesti Statistikaameti andmete põhjal

Arvestades hukkunuid 1 miljoni elaniku kohta, jääb Eesti 2014. aastal 59 hukkunuga Euroopa Liidu keskmike hulka, mis on kõrgem Euroopa Liidu keskmisest näitajast (51 hukkunut) (vt Joonis 3). Selles arvestuses on kõige ohutuma liiklusega riigid Malta, Rootsi, Holland, Ühendkuningriik ja Taani, kus liiklusõnnetuste tagajärjel hakkub 1 miljoni inimese kohta võrreldes Eestiga poole vähem inimesi.



Joonis 3. Liiklusõnnetuses hukkunuid 1 miljoni elaniku kohta Euroopa Liidu riikides  
2014. aastal

Allikas: Euroopa Komisjoni kodulehekülj 2016b

Liiklusõnnetuste puhul räägitakse hukkunute arvu kõrval harvem kannatanuga liiklusõnnetustest ning neis kannatada saanud inimeste arvust. Ka Eesti riigiasutuste, näiteks Politsei- ja Piirivalveameti ning Maanteeameti, ülevaadetes (Politsei- ja Piirivalveamet ning Maanteeamet 2016; Maanteeameti kodulehekülj 2016) on pigem kesksel kohal hukkunute arv, vähem tähelepanu saavad kannatanuga liiklusõnnetused ning peaaegu üldse ei mainita selliseid liiklusõnnetusi, kus inimkannatanud puuduvad. Samas reageerivad operatiivressursid aastas tuhandetele sündmustele, kus inimkannatanud puuduvad. See tähendab, et Eestis ei ole vaja vähendada mitte ainult hukkunuga liiklusõnnetuste arvu, vaid liiklusõnnetusi üldiselt ning eriti kannatanuga liiklusõnnetusi, mille hulk on viimaste aastate jooksul olnud stabiilselt kõrge (vt Joonis 2, lk 13).

Liiklusõnnetused tähendavad ühiskonnale suuri kulutusi. Dokumendi „Euroopa kui liiklusohutusala: poliitikasuunised liiklusohutuse valdkonnas aastateks 2011–2020“ (Euroopa Komisjon 2010) kohaselt olid liiklusõnnetuste tekitatud kulud Euroopa Liidus 2009. aastal hinnanguliselt 130 miljardit eurot. Liiklusõnnetuste kulud ei piirdu ainuüksi operatiivressursside reageerimise või varalise kahju tekitamisega inimestele, kes õnnetusse sattusid. Liiklusõnnetuste tagajärjel on sageli häiritud sündmuskoha liiklus, mis mõjutab transpordiühendusi ja kui olulised transiitteed on suletud, avaldab see

otsest mõju majandusele. Veel enam, kannatanuga liiklusõnnetustel võib olla negatiivne mõju aastateks. Paljude taoliste õnnetuste tagajärjel kaotavad inimesed osaliselt või isegi täielikult töövõime, mis omakorda mõjutab lisaks ka kannatanu lähedaste toimetulekut, on kuluks sotsiaalsüsteemile ning laiemalt majandusele.

Rasketes liiklusõnnetustes saab Euroopa Liidus aastas vigastada 135 tuhat inimest (Euroopa Komisjoni kodulehekülg 2016c), mille tõttu kaotab Euroopa Liit aastas 2% sisemajanduse koguproduktist (Euroopa Komisjoni kodulehekülg 2016a). Seetõttu on Euroopa Liit endale seadnud ambitsioonika eesmärgi vähendada 2020. aastaks liiklusõnnetuse tagajärjel hukkunute arvu poole võrra võrreldes 2010. aastaga (Euroopa Komisjon 2010: 4). Samuti eeldab sama dokument, et iga liikmesriik seaks endale kindlad eesmärgid, mitu liiklussurma miljoni elu kohta on absoluutne maksimum (Euroopa Komisjon 2010: 4). Lisaks nimetatakse Euroopa üheks olulisemaks eesmärgiks liiklusõnnetuse tagajärjel viga saanud inimeste hulga vähendamist ning selleks tuleb võtta kasutusele erinevaid meetmeid alates sõidukite ja infrastruktuuri turvalisuse parandamisest, lõpetades esmaste reageerijate nagu pääste- ja kiirabiressursi kiirema ning tõhusama reageerimisega (Euroopa Komisjon 2010: 9-10).

Kriitilise tähtsusega on see, kui kiiresti jõuavad sündmuskohale operatiivressursid ja saavad abivajajaid aitama hakata ning kannatanuid haiglasse toimetada. Seejuures on sageli olulised kõigi kolme valdkonna operatiivressursi reageerimise kiirused. Kiirabi kiirest sündmuskohale jõudmisest ei ole olulist abi, kui kannatanud on sõidukis kinni ja vaja oleks päästjaid nende autost väljalõikamiseks. Samuti on oluline politsei kiire reageerimine, sest tihti on vajalik liikluse reguleerimine või ümbersuunamine, et vältida ummikuid või uute õnnetuste teket. See tähendab, et õnnetuse toimumise ajal on tähtis ressursside paiknemine, millest sõltub, kui kiiresti on võimalik abi osutada ja kahjusid minimeerida.

Vähendamaks hukkunute arvu, seati Eesti rahvusliku liiklusohutusprogrammiga aastateks 2003-2015 eesmärgiks vähendada programmi lõpuks liiklusõnnetustes hukkunuid 100 inimeseni (võrdluseks, 2002. aastal hukkus liikluses 224 inimest) (Eesti rahvuslik liiklusohutusprogramm aastateks 2003-2015: 4). Põhjamaade eeskujul koostatud programmi püstitatud eesmärk sai täidetud juba 2009. aastal ning 2012. aastal

täiendati liiklusohutusprogrammi ja püstitati uus strateegiline eesmärk, kus lisaks hukkunutele oli eraldi välja toodud ka vigasaanute vähendamine (Eesti rahvusliku liiklusohutusprogrammi aastateks 2003-2015 täiendatud tekst: 10-11). See tähendas, et kolmeaastase perioodi jooksul aastatel 2013-2015 ei tohi liiklusõnnetustes hukkuda keskmiselt üle 75 inimese ning vigastada saada üle 1500 inimese aastas (Eesti rahvusliku liiklusohutusprogrammi aastateks 2003-2015 täiendatud tekst: 10-11). Tänu 2015. aasta rekordiliselt madalale hukkunute üldarvule sai esimene osa eesmärgist ka väikese mööndusega täidetud (keskmiselt hukkus 75,3 inimest, kuid vigasaanute arv ületas oluliselt püstitatud eesmärgi (keskmiselt 1746 inimest) (vt Joonis 2, lk 13).

Uue, hetkel veel kooskõlastamisel oleva, liiklusohutusprogrammi aastateks 2016-2025 keskne eesmärk on nii hukkunuga kui raskete vigastatutega liiklusõnnetuste arvu vähendamine (Liiklusohutusprogramm 2016-2025: 1). See põhineb sarnaselt kõige turvalisema liiklusega Põhjala ning Lääne-Euroopa riikide nullvisioonil, mille kohaselt on iga hukkunuga ja raskete vigastatutega õnnetus välditav (Liiklusohutusprogramm 2016-2025: 13). Selleks on vaja nii transpordisüsteemidele kui liiklusohutusele läheneda süsteemsemalt ja teadmistepõhisemalt ning lähtuda põhimõttest, et oluline on ohte ennetada, mitte õnnetustele reageerida (Liiklusohutusprogramm 2016-2025: 13-15). Juba Eesti rahvuslikus liiklusohutusprogrammis aastateks 2003-2015 nähti vajadust analüüsida ja seejärel parandada liikluskeskkonda, sh vajadus selgitada välja piirkonnad, kus toimub enim liiklusõnnetusi, milliste projekteerimise võtete või liikluskorralduse muutmisega saaks neid ära hoida (Eesti rahvuslik liiklusohutusprogramm aastateks 2003-2015: 8-9). Eesti rahvusliku liiklusohutusprogrammi aastateks 2003-2015 esialgses versioonis ilmastiku mõjudele endiselt tähelepanu ei pööratud. Muutus toimus Vabariigi Valituse poolt 2012. aastal heaks kiidetud Eesti rahvusliku liiklusohutusprogrammi aastateks 2003-2015 täiendatud terviktekstis, kus esimest korda mainiti, et liiklusõnnetustes hukkumise tõenäosus sõltub ilmastiku eripäradest (Eesti rahvuslik liiklusohutusprogramm aastateks 2003-2015: 5), kuid põhjalikumalt seda valdkonda ei uuritud ja see piirdus vaid fakti nentimisega. Ilmastikutingimuste ja teeoludega seoses kirjeldatakse mõlemas liiklusohutusprogrammis intelligentsete transpordisüsteemide kasutuselevõtu vajalikkust. See hõlmab nii muutteabega liiklusmärkide ja teavitustahvlite kasutusele võtmist (Eesti



rahvusliku liiklusohutusprogrammi aastateks 2003 – 2015 täiendatud tekst, lisa 5), kui ka reaalajas liikleja teavitamist tee- ja ilmastikuoludest (Liiklusohutusprogramm 2016-2025: 23). Lisaks soovitatud või kehtestatud sõidukiirusele, saaks taoliste infokanalite kaudu edastada õnnetusi ennetavat ja hoiatavat teavet, kuivõrd palju kasvab oht teatud tingimustel liiklusõnnetustesse sattuda.

Hoolimata sellest, et Eesti tööeline elanikkond väheneb igal aastal, tuleb siseturvalisust tagada sama kvaliteetselt või isegi paremini ka teenistujate arvu vähenemise ja eelarvevahendite samaks jäämise tingimustes (Siseturvalisuse arengukava 2015-2020: 10; Turvalisuspoliitika 2008-2015: 83). Seoses sellega on Siseturvalisuse arengukavas 2015-2020 rõhutatud analüüsipõhisema lähenemise vajalikkust ning uudsete tehnoloogiate kasutuselevõtu vajadust (Siseturvalisuse arengukava 2015-2020: 3). Oluline oleks luua ühine keskkond, kuhu koondatakse kokku reaalajas seiratavad andmed näiteks ilmastikutingimuste, veetaseme ja kiirguse kohta (Siseturvalisuse arengukava 2015-2020: 69). Omavahel liidestatud infosüsteemidest hangitavate andmete kaudu oleks võimalik koostada ohuprognoose ja teavitada elanikkonda potentsiaalsetest riskidest (Siseturvalisuse arengukava 2015-2020: 18, 69).

Võtmekoht on siinjuures leida parim võimalik suhe õnnetuste ennetamise ja sündmustele reageerimise vahel (Siseturvalisuse arengukava 2015-2020: 18). Ohuprognooside abil saaks elanikkonda teavitada võimalikest riskidest ja seeläbi õnnetusi ennetada, mis oleks nii elanikkonna kui riiklike ressursside tõhusama kasutamise seisukohast parim lahendus, sest juba toimunud õnnetusele reageerimine ning selle kahjude likvideerimine on kulukas. Seda enam, et Riigikontrolli hinnangul ei ole hetkel kolmandiku ulatuses Siseturvalisuse arengukava 2015-2020 täitmiseks finantsressursse (Riigikontrolli aruanne Riigikogule 2016: 4), on vältimatu, et parima võimaliku teenuse osutamiseks ja siseturvalisuse tagamiseks panustatakse enam võimalike ohtude analüüsimisele, et neid ennetada ja tänu tõhusamale planeerimisele riske vähendada. Nii pääste- kui politseiressursside puhul plaanitakse kasutada enam analüüsipõhist süsteemi ning ressursside paiknemisel arvestada piirkondade eripärasid ning nende võimalikke riske (Siseturvalisuse arengukava 2015-2020: 34, 51). Seega saaks juba kõrge liiklusõnnetuse toimumise tõenäosuse korral paigutada ressursid

sellistesse piirkondadesse, kus oleks võimalik kiiresti reageerida või mis veel parem, liikluse reguleerimisega juba ennetavalt sekkuda.

## **1.2. Varem koostatud lõputööd liiklusõnnetustest Eestis**

Viimastel aastatel on mitmete Eesti ülikoolide diplomi-, bakalaureuse- ja magistritöödena uuritud liiklusõnnetuste ja muude tegurite vahelist seost. Ilmastikutingimuste mõju liiklusõnnetustele uuris Kuldmaa oma 2015. aasta diplomitöös. Paraku keskendus see töö vaid Tallinna-Pärnu-Ikla maanteel toimunud sündmustele. Töös leiti, et aastatel 2004-2013 toimunud liiklusõnnetustest keskmisest tugevam seos valitses sademete korral, sest veerand kõigist sündmustes leidis aset sademete esinemisel (Kuldmaa 2013: 27).

Eraldi on analüüsitud ka hukkunuga liiklusõnnetusi (Simonova 2013). Simonova (2013: 43) jõudis järeldusele, et kõige enam inimesi sai liikluses surma suvel ja sügisel, kuid arvestades liiklusõnnetuste koguarvu, hukkus proportsionaalselt enim inimesi talvel. Samast tööst selgus ka, et kolmveerand kõigist liikluses hukkunutest on mehed (Simonova 2013: 43).

Liikluskaamerate mõju liiklusõnnetuste vähendamisele on uuritud mitmes magistritöös (Draba 2012, Äär 2014). Draba (2012: 63) intervjuudest ekspertidega selgus, maanteedel oleks vaja suurendada automaatset kiirusjärelvalvet, et sõidukijuhtidele ei jääks kiiruskaamerate asukohad meelde ning inimesed oleksid seetõttu seaduskuulekamad. Politseipatrullide ja kiiruskaamerate andmeid analüüsides jõudis Draba (2012: 64) järeldusele, et Tallinn-Tartu maanteel ületavad liiklejad Järvamaal kiiruskaamerate vahelistes lõikudes endiselt kiirust ning 2008. aastast alates ei ole piirkonnas vähenenud ka kannatanuga liiklusõnnetuste arv. Äär (2014: 64-65) leidis, et olenevalt piirkonnast on kiiruskaameratel olnud liiklusõnnetuste arvule erinev mõju, millest järeldas, et kiiruskaamerate mõju liiklusõnnetuste vähendamisele on olnud üldiselt väike, sest mõnes piirkonnas liiklusõnnetuste arv mitte ainult ei jäänud samaks, vaid pigem isegi kasvas.

Kajo (2015) analüüsis kiiruseületamise eest määratud karistuse ja liikluskäitumise vahelisi seoseid. Töös leiti, et suurema rahatrahvi saanud inimesed ületasid sagedamini uuesti kiirust ning kõige mõjusamaks meetmeks järgnevat kiiruseületamist ära hoida oli

juhtimisõiguse peatamine (Kajo 2015: 49-50). Lisaks selgus, mida rohkem oli keskmiselt ööpäevas Eesti teedel politseipatrulle, seda vähem toimus kiiruseületamisi (Kajo 2015: 54).

Psühholoogiliste tegurite mõju liiklusõnnetuste toimumisele on hinnatud Miškinyte 2016. aasta bakalaureusetöös, kus analüüsiti, kuidas mõjutavad algajate autojuhtide aktiivsus- ja tähelepanuhäirete sümptomid nende liikluskäitumist. Antud tööst selgus, et kõrge sümptomaatikaga liiklejatel oli peaaegu neli korda suurem tõenäosus liiklusõnnetusse sattuda (Miškinyte 2016: 29).

Štšeglakov (2014) uuris liiklusõnnetuste toimumise ja teede kurvilisuse vahelist seost. Tööst selgus, et nende kahe muutuja vaheline seos on väga nõrk ja negatiivne, mis tähendab, et sirgel teel on suurem tõenäosus liiklusõnnetuse toimumiseks kui kurvilisel (Štšeglakov 2014: 35).

Lippur (2016) uuris metsloomadega toimuvate liiklusõnnetuste ja maanteedel lähiümbruse maastike vahelist seost. Töös jõuti järeldusele, et liiklusõnnetused metsloomadega toimuvad sagedamini piirkondades, kus metsaalad vahelduvad põldude ja lagedate aladega ning harvem põllumaade ääres (Lippur 2016: 20-21).

### **1.3. Liiklusõnnetuste seos ilmastikutingimustega**

Kõige enam on kinnitust leidnud nii vihma- kui lumesaju ning temperatuuri mõju liiklusõnnetustele (Norrman et al. 2000; Golob et al. 2003; Brijs et al. 2008; Paraskevi et al. 2015). Paraskevi et al. (2015) töös, mis käsitleb perioodil 1985-2011 Inglismaa põhimaanteedel toimunud liiklusõnnetusi, uuriti õnnetuses osalenud sõidukite ja kannatanute arvu, nädalapäevade, kuude, liiklussageduse, kiiruspiirangute, valgustatuse ning ilmastiku mõju. Uuringust selgus, et nii valgustatusel kui nädalapäevadel on mõju liiklusõnnetuste toimumisele, sest nädalavahetusel ja pimedas leiavad aset raskemate tagajärgedega liiklusõnnetused (Paraskevi et al. 2015: 94). Samas näitas nende analüüs, et lume või jäite korral on liiklusõnnetuste tagajärjed väiksemad kui kuiva ilmaga, sest raskete ilmastikutingimuste korral vähendavad sõidukijuhid sõidukiirust ning on tähelepanelikumad (Paraskevi et al. 2015: 94).

Ameerika Ühendriikides Kalifornia lõunapoolsetel kiirteedel juhtunud liiklusõnnetuste uurimisel leiti, et sademete korral toimub sagedamini otsasõite (laupkokkupõrkeid) teistele autodele või muudele objektidele, sest autode pidurdusmaa pikeneb ning juhitavus on vähenenud (Golob et al. 2003: 347). Autorid järeldasid, et kuna märgades teeoludes juhtub liiklusõnnetusi päeval ajal enam kui öisel ajal, siis näitas see juhtide liigsest enesekindlust (Golob et al. 2003: 347). Seevastu pimedus ja halb valgustatus pärssis liiklejate enesekindlust, mistõttu tehti vähem ohtlikke manöövreid ning toimus ka vähem liiklusõnnetusi (Golob et al. 2003: 347). Samas on mitmetes uuringutes (Knapp ja Smithson 2000; Keay ja Simmonds 2005; Datlaa et al. 2013) välja toodud, et rasketes ilmastikutingimustes liiklussagedus tegelikult väheneb ja see võiks liiklusõnnetuste vähenemisele positiivset mõju avaldada.

Sademete mõju liiklusõnnetuse arvu kasvule kinnitas ka Hollandis läbiviidud uuring (Brijs et al. 2008). Lisaks sellele analüüsisid Brijs et al. (2008: 1187) temperatuuri, õhurõhu, päikesepaiste, tuule ning nähtavuse mõju ning leidsid, et lisaks sademetele oli oluline vaid temperatuur ning päikesepaiste. Kusjuures rohkem õnnetusi toimus madalamatel temperatuuridel ja eriti alla 0°C juures ning samuti oli päikese faktor eriti oluline talvistes tingimustes, kus esines positiivne seoses toimunud liiklusõnnetuse arvuga (Brijs et al. 2008: 1187).

Soomes on uuritud Helsingi ja lähiümbruse liiklusõnnetusi ajavahemikul 2008-2012, milles leiti samuti, et lisaks madalatele temperatuuridele kasvab liiklusõnnetuste risk sademete ning pimeduse korral (Satu et al. 2014: 44-45). Ka Rootsis läbiviidud uuring toob välja, et liiklusõnnetuste risk suurenes libeduse esinemisel ning oli kõrgem vihma- ja lörtsisaju ajal (Norrman et al. 2000: 191).

Andrey (2010) analüüsis pikemaajalisi trende liiklusõnnetuste ja sademete vahel Eestiga sarnases kliimas Kanadas. Aastatel 1984-2002 kümnes Kanada linnas toimunud liiklusõnnetusi uurides leidis ta, et vihma korral on liiklusõnnetuste ja inimohvrite arv aastatega vähenenud, kuid lumesaju puhul märgatavaid muutusi toimunud ei ole (Andrey 2010: 253-254). Kuigi uuringus põhjendati vihmajärgse seotud õnnetuste vähenemist sõidukite turvavarustuse, teede seisukorra ning inimeste sõiduuskuste

paranemisega (Andrey 2010: 257), ei pakkunud ta ühtegi mõjusat selgitust, miks lumesaju korral ei ole liiklusõnnetuste arv vähenenud.

Sarnane uuring (Black ja Mote 2015) viidi läbi ka Ameerika Ühendriikides 13 linna näitel. Black ja Mote (2015: 171) analüüsisid lisaks ka erinevate päeva osade mõju jaotades päeva neljaks: kell 00:00-05:59 öö, kell 06:00-11:59 hommik, kell 12:00-17:59 pärastlõuna ning kell 18:00-23:59 õhtu. Nad leidsid, et enam kui pooltes linnades oli suurim tõenäosus liiklusõnnetusse sattuda ja viga saada õhtusel või öisel perioodil, kuna siis on lisaks sõidukijuhtide väsimusele ka halb valgustatus või pimedus (Black ja Mote 2015: 171). Black ja Mote (2015: 171) jõudsid Andreyga (2010) identsetele tulemustele selles osas, et talvistes tingimustes tõstavad sademed liiklusõnnetuse toimumise riski ja seda eriti veel tugeva saju korral.

Tuule mõju liiklusõnnetustele on üldiselt vähe uuritud, kuid Hollandis läbiviidud analüüsi kohaselt suurte tuulepuhangute ajal liiklusõnnetuste arv kasvab ja eriti iseloomulik on see rannikualadel, kus enamasti puhub tugevam tuul (Hermans et al. 2006: 15). Samas uurides Inglismaa ja Walesi andmeid, jõudis Edwards (1998: 254) vastupidisele tulemusele, et tugevad tuuled ei ole oluline faktor liiklusõnnetuste toimumisele.

Sarnaselt tuulele ei ole põhjalikult analüüsitud ka suhtelise õhuniiskuse mõju. Võimalik, et üks põhjus seisneb selles, et ei osata veel väga täpselt selgitada suhtelise õhuniiskuse mõju liiklusõnnetuste toimumisele. Hermans et al. (2006: 14) uuringus leiti, et suhtelise õhuniiskuse mõju on keeruline üheselt interpreteerida, sest see jaguneb võrdselt nii positiivseks kui negatiivseks.

#### **1.4. Liiklusõnnetuste seos riiklike pühadega**

Riiklike pühade mõju liiklusõnnetuste toimumisele on teaduslikult vähe uuritud. Kanadas läbiviidud viieaastase perioodi andmete analüüs näitas, et riiklike pühade ajal toimus enam nii kannatanuga kui hukkunuga liiklusõnnetusi hoolimata sellest, et pühade ajal registreeriti tavapärasest vähem joobes juhtimisi ja kiiruseületamisi (Anowara et al. 2013: 96-97), mida sageli seostatakse pühade perioodi ja liiklusõnnetustega. Ameerika Ühendriikides viidi läbi sarnane uuring, kus analüüsiti hukkunuga liiklusõnnetusi aastatel 1975-2002 (Farmer ja Williams 2005). Tulemustest

selgus, et keskmiselt toimus kõige rohkem hukkunuga liiklusõnnetusi iseseisvuspäeval (4. juulil) ja sellele eelnenud päeval (3. juuli) (Farmer ja Williams 2005: 19). Kümnest kõige hukkunurohkemast päevast kuus (2.-4. juuli – iseseisvuspäeva periood, 23. detsember – jõululaupäeva eelne päev, 1. jaanuar – uusaasta, 2. september – töörahvapüha) olid Ameerika Ühendriikide olulisemate pühade lähiumbruses (Farmer ja Williams 2005: 19-20). Autorid (Farmer ja Williams 2005: 20) seostasid seda suurenenud liikluskoormuse ja reisimisega, aga ka suurema alkoholitarbimise ja pidustustega.

Vastupidisele tulemustele jõuti Austraalias, kus analüüsiti hukkunuga liiklusõnnetusi perioodil 1996-2006 (Australian Transport Safety Bureau 2006). Uuringust ilmnis, et jõuluperioodil ja lihavõtete ajal ei hukkunud liikluses võrreldes aasta muu perioodiga rohkem inimesi (Australian Transport Safety Bureau 2006: 13). Samuti ei tuvastatud, et pühade ajal oleks enam liiklusõnnetusi toimunud kiiruseületamise, joobes juhtimise või väsimuse tõttu (Australian Transport Safety Bureau 2006: 13).

### **1.5. Hüpoteesid**

Lähtuvalt eelnevalt kirjeldatud varasematest uuringutest, et sageli toimub raskete ilmastikutingimuste ja riiklike pühade korral tavapärasest rohkem nii liiklusõnnetusi kui ka kannatanuga liiklusõnnetusi, püstitatakse käesolevas töös neli hüpoteesi:

- 1) rasked ilmastikutingimused suurendavad liiklusõnnetuste esinemise sagedust;
- 2) rasked ilmastikutingimused suurendavad kannatanuga liiklusõnnetuste esinemise sagedust;
- 3) riiklikud pühad suurendavad liiklusõnnetuste esinemise sagedust;
- 4) riiklikud pühad suurendavad kannatanuga liiklusõnnetuste esinemise sagedust.

## 2. ANDMESTIK, EMPIIRILISED INDIKAATORID JA METOODIKA

Käesolevas peatükis antakse ülevaade kogutud andmetest ja nende töötlemisest, empiirilistest indikaatoritest ning kirjeldatakse töös kasutatavat metoodikat.

### 2.1. Andmestik

Hüpoteeside testimiseks kasutatakse kuut andmestikku: rahvastiku arvestamisel Eesti Statistikaameti, ilmastikuandmete korral Riigi Ilmateenistuse, valgustatuse väljaselgitamiseks Tartu Observatooriumi koduleheküljel olevaid päikesetõusu ja päikeseloojangu andmeid, riiklike pühade määratlemiseks pühade ja tähtpäevade seaduses sätestatud kuupäevi ning liiklusõnnetuste ja kannatanuga liiklusõnnetuste puhul Häirekeskuse ning Politsei- ja Piirivalveameti andmeid.

Eesti Statistikaameti andmetest kasutati Eesti elanike arvu, mis oli 1. jaanuar 2016. a seisuga 1 315 944 inimest, kellest 1574 puudus rahvastikuregistrijärgne elukoht, mistõttu neid inimesi analüüsi ei arvestatud (Eesti Statistikaameti kodulehekülg 2016) (vt Tabel 1). Elanike arvu abil saab iseloomustada maakonna potentsiaalset liiklustihedust.

Tabel 1. Eesti elanike arv maakondades 1. jaanuari 2016. a seisuga

Maakond	Elanikud	%
Harju	576265	43,8%
Ida-Viru	146506	11,1%
Tartu	145003	11,0%
Pärnu	82997	6,3%
Lääne-Viru	59467	4,5%
Viljandi	47853	3,6%
Rapla	34148	2,6%
Võru	33973	2,6%
Saare	33481	2,5%
Jõgeva	31298	2,4%
Järva	30709	2,3%
Valga	30524	2,3%
Põlva	28218	2,1%
Lääne	24580	1,9%
Hiiu	9348	0,7%
<b>Kokku</b>	<b>1314370</b>	<b>100%</b>

Allikas: Autori koostatud Eesti Statistikaameti andmete põhjal

Kõik ilmastiku ja liiklusõnnetuste toorandmed koguti vastavalt Riigi Ilmateenistusele ning Häirekeskuselt ja Politsei- ja Piirivalveametilt perioodi 1. märts 2015 kuni 29. veebruar 2016 kohta, et oleks kaetud kogu kalendriaasta. Kõik ilmastiku ja liiklusõnnetuste andmed esitati Eesti 15 maakonna kaupa ning iga päev jagati kõigis maakondades Black ja Mote (2015: 171) uuringu eeskujul neljaks erinevaks osaks (vt Tabel 2). Seega sisaldab andmestik 21960 vaatlust: 15 maakonda x 366 päeva x 4 päeva osa.

Tabel 2. Päeva osade kellaajaline jaotus

Päeva osa	Kellaja vahemik
Öö	00:00 - 05:59
Hommik	06:00 - 11:59
Päev	12:00 - 17:59
Õhtu	18:00 - 23:59

Allikas: Autori koostatud

### **2.1.1. Liiklusõnnetuste andmed**

Analüüsitavad andmed koguti alates 1. märtsist 2015, kuna Eesti võttis sama aasta 11. veebruaril kasutusele ühtse hädaabinumbri 112 (Siseministeeriumi kodulehekülg 2016). Varasemalt pidi liiklusõnnetusest teavitama hädaabinumbrile 110 politseid ning kannatanute korral lisaks hädaabinumbrit 112, et saada meditsiinilist abi. Kuna abi saamiseks oli vaja teavitada mõlemat hädaabinumbrit, siis varasemalt kogutud andmed ei ole täpsed, sest esines sündmuseid, kus teavitati vaid üht hädaabinumbrit. Ühtse hädaabinumbri kasutusele võtmine lõi eeldused, et üks organisatsioon (Häirekeskus) kogub ja haldab ühtsete ohuhinnangu kriteeriumite alusel vajalikku operatiivset informatsiooni, tänu millele saavad sündmusele reageerida vajalikud pääste-, kiirabi- ja/või politseiressursid, mistõttu on tegemist seni kogututest kõige täpsemate andmetega. Samas registreerib Häirekeskus liiklusõnnetuste informatsiooni endiselt eraldi infosüsteemidesse. Nimelt need sündmused, kuhu reageerivad päästjad ja kiirabi, sisestatakse päästeinfosüsteemi ning politsei reageerimist vajavad sündmused politseiinfosüsteemi. Ühtse liiklusõnnetuste andmestiku loomiseks oli vajalik



paralleelselt kontrollida nii pääste- kui politseiinfosüsteemi sisestatud andmeid ning eemaldada duplikaadid.

Analüüsitaval perioodil tegid operatiivressursid enam kui 10 970 väljasõitu (vt Tabel 3). Sealjuures tuleb arvestada, et paljudele sündmustele reageeris ka rohkem kui üks kiirabi-, pääste- või politseiressurss, mistõttu tegelik sündmustele reageerinud ressursside arv on oluliselt suurem kui 10 970.

Tabel 3. Väljasõitude arv

Ressurss	Väljasõidud
Politsei	6239
Kiirabi	2833
Pääste	1898
<b>Kokku</b>	<b>10970</b>

Allikas: Autori koostatud Häirekeskuse ning Politsei- ja Piirivalveameti andmete põhjal

Liiklusõnnetuste statistikat esitletakse mitmeti: kõik toimunud liiklusõnnetused, kannatanuga liiklusõnnetused, hukkunuga liiklusõnnetused, liiklusõnnetustes viga saanud inimeste koguarv, liiklusõnnetustes hukkunud inimeste koguarv jne. Käesolevas töös lähtutakse esiteks liiklusseadusest, mille § 2 punkt 32 kohaselt „*liiklusõnnetus on juhtum, kus vähemalt ühe sõiduki teel liikumise või teelt väljasõidu tagajärjel saab inimene vigastada, surma või tekib varaline kahju*“. Teiseks arvestatakse antud töö kontekstis vaid selliseid liiklusõnnetusi, kuhu reageerib vähemalt üks operatiivressurss, kuna töö eesmärk on välja selgitada, kuidas oleks võimalik operatiivressursse juhtida nii, et riiklikke vahendeid kasutataks tõhusamalt. Kui liiklusõnnetuse tagajärjel ei ole keegi kannatada saanud ning õnnetuse põhjustaja süülisus on selge, siis mitte ükski operatiivressurss sellisele sündmusele ei reageeri. Samuti eristatakse liiklusõnnetuste puhul terminoloogiliselt vigastatuid, hukkunuid ja kannatanuid. Antud töö kontekstis kasutatakse liiklusõnnetuste puhul, kus on vähemalt üks inimene saanud vigastada või hukkunud, terminit kannatanuga liiklusõnnetus. See tähendab, et kannatanuga liiklusõnnetuste puhul eristatakse vigastada saanud ja hukkunud inimesi. Igas maakonnas toimunud liiklusõnnetused ja kannatanuga liiklusõnnetused agregeeriti eelpool nimetatud kuu tunnistepäeva osade kaupa.

### 2.1.2. Ilmastikuandmed

Ilmastikuandmed põhinevad Riigi Ilmateenistuse ilmastikuandmetel, mida kogutakse 26 vaatlusjaamas üle Eesti (vt Tabel 4). Nendeks ilmastikuandmeteks on õhutemperatuur (°C), sademete summa (mm), suhteline õhuniiskus (%) ja keskmine tuule kiirus (m/s). 26 vaatlusjaama asuvad 14 maakonna territooriumil, mistõttu kasutati Põlvamaa andmete kogumiseks teistsugust metoodikat, kuna seal puudus standardne mõõtmisjaam. Keskmise temperatuuri arvutamiseks kasutati Põlvamaal nelja mõõtmisjaama – Ahja, Korela, Piigaste, Räpina – tulemusi, mille põhjal arvutati keskmine õhutemperatuur. Sademeid mõõdetakse Põlvamaal Ahja ja Korela mõõtmisjaamades, millest arvutati keskmine sademete summa. Tuult ja suhtelist õhuniiskust Põlvamaa territooriumil ei mõõdetata, mistõttu võeti Põlvamaa keskmise tulemuse arvutamise aluseks kahe geograafiliselt lähima vaatlusjaama, Tartu ja Võru, andmed.

Tabel 4. Maakondade vaatlusjaamad

Maakond	Vaatlusjaam
Harju	Harku, Pakri
Hiiu	Heltermaa, Ristna
Ida-Viru	Jõhvi, Narva
Jõgeva	Jõgeva, Tiirikoja, Tooma
Järva	Türi
Lääne	Haapsalu, Lääne-Nigula, Virtsu
Lääne-Viru	Kunda, Väike-Maarja
Pärnu	Kihnu, Pärnu
Rapla	Kuusiku
Saare	Roomassaare, Ruhnu, Sõrve, Vilsandi
Tartu	Tartu
Valga	Valga
Viljandi	Viljandi
Võru	Võru

Allikas: Autori koostatud Riigi Ilmateenistuse andmete põhjal

Ida-Virumaa andmete puhul esines 2015. aasta märtsi alguses viiepäevane lünk Narva mõõtejaama rikke tõttu, mistõttu arvestati nendel päevadel vaid Jõhvi mõõtejaama tulemusi. Lisaks arvestati Pärnumaa andmete kogumisel vaid Pärnu mõõtejaama

andmeid, sest teine Pärnumaa mõõtejaam asub Kihnus, mistõttu oma geograafilise ja kliimaatilise erinevuse tõttu mõjutaks liialt Pärnumaa keskmisi ilmastikutingimusi. Samal põhjusel ei arvestatud Saaremaa andmete kogumisel Vilsandi ja Ruhnu saarte mõõtejaamade andmeid. Siinkohal on oluline välja tuua, et Kihnu, Ruhnu ja Vilsandi saarel ei registreeritud ka vaadeldaval perioodil mitte ühtegi liiklusõnnetust.

Maakondade keskmiste tulemuste arvutamisel kasutati tulemuste agregeerimist kuuetunnisteks päeva osadeks. Kuna vaatlusjaamades salvestatakse iga tunni aja järel mõõdetud andmed, arvutati ühe vaatlusjaama kuue tunni keskmine tulemus. Kui ühes maakonnas oli mitu vaatlusjaama, siis arvutati nende keskmine tulemus, et saada optimaalsed maakonna ilmastikutingimused.

### **2.1.3. Riiklikud pühad**

Eestis on pühade ja tähtpäeva seaduse § 1 ja § 2 kohaselt 11 riigipüha ja üks rahvuspüha, milleks on iseseisvuspäev. Käesolevas töös käsitletakse neid kokku kui 12 riiklikku püha (vt Tabel 5).

Tabel 5. Riiklikud pühad

Kuupäev	Riiklik püha
3. aprill 2015	Suur reede
5. aprill 2015	Ülestõusmispühade 1. püha
1. mai 2015	Kevadpüha
24. mai 2015	Nelipühade 1. püha
23. juuni 2015	Võidupüha
24. juuni 2015	Jaanipäev
20. august 2015	Taasiseseisvumispäev
24. detsember 2015	Jõululaupäev
25. detsember 2015	Esimene jõulupüha
26. detsember 2015	Teine jõulupüha
1. jaanuar 2016	Uusaasta
24. veebruar 2016	Iseseisvuspäev, Eesti Vabariigi aastapäev

Allikas: Autori koostatud pühade ja tähtpäevade seaduse põhjal

## 2.2. Empiirilised indikaatorid

Töös kasutatakse kahte sõltuvat tunnust, millest esimest huvipakkuvat tunnust (liiklusõnnetused) tähistatakse  $Y_1$  ning teist (kannatanuga liiklusõnnetused)  $Y_2$ . Ilmastikutingimustele lisaks kasutatakse pideva tunnuseks ka maakonna elanike arvu, mis iseloomustab, kui palju elab piirkonnas inimesi ning näitab potentsiaalset liiklustihedust.

Regressioonimudelisse kasutatakse kolme tüüpi tunnuseid (vt Tabel 6): ilmastikutingimused, riiklikud pühad ning elanike arv. Riiklike pühade mõju analüüsimiseks kodeeriti kaks indikaatortunnust (ingl. k. *dummy variable*): riiklik püha ning riikliku püha järgne päev.

Päeva osa valgustatuse kodeerimiseks kasutati Tartu Observatooriumi koduleheküljel olevaid päikesetõusu ja -loojangu andmeid (Tartu Observatooriumi kodulehekülg 2016). Kuna kõigi maakondade kohta ei olnud informatsiooni, kasutati töös geograafiliselt keskmise punkti andmeid, milleks oli Paide. Keskmiselt erines Paide päikesetõusu ja -loojangu aeg Narvast ja Kuressaarest ca 10 minutit (Tartu Observatooriumi kodulehekülg 2016).

Töös kasutati pidevat ilmastikutingimust suhteline õhuniiskus ning lisaks kodeeriti Riigi Ilmateenistuse hoiatuste kriteeriumite (Riigi Ilmateenistuse kodulehekülg 2016) põhjal ohtlikud ilmastikutingimused: jäide, tuisk, temperatuur üle  $+25^{\circ}\text{C}$  ja alla  $-15^{\circ}\text{C}$ , ohtlik tuul ning ohtlik vihma- ja lumesadu (vt Tabel 7, lk 30). Hoiatuste kriteeriumite väärtuseid kohandati töös kasutatavale metoodikale sobivaks.

Tabel 6. Sõltumatud tunnused

Nimetus	Tüüp	Väärtused	Tähistus
Jäide	Binaarne	1 – jah, 0 – ei	X <sub>1</sub>
Tuisk	Binaarne	1 – jah, 0 – ei	X <sub>2</sub>
Temperatuur üle +25°C	Binaarne	1 – jah, 0 – ei	X <sub>3</sub>
Temperatuur alla -15°C	Binaarne	1 – jah, 0 – ei	X <sub>4</sub>
Ohtlik tuul	Binaarne	1 – jah, 0 – ei	X <sub>5</sub>
Ohtlik vihmasedu	Binaarne	1 – jah, 0 – ei	X <sub>6</sub>
Ohtlik lumesadu	Binaarne	1 – jah, 0 – ei	X <sub>7</sub>
Suhteline õhuniiskus	Pidev	16% – 100%	X <sub>8</sub>
Pime aeg	Binaarne	1 – jah, 0 – ei	X <sub>9</sub>
Riiklik püha	Binaarne	1 – jah, 0 – ei	X <sub>10</sub>
Riikliku püha järgne päev	Binaarne	1 – jah, 0 – ei	X <sub>11</sub>
Maakonna elanike arv	Pidev	9348 – 576265	X <sub>12</sub>

Allikas: Autori koostatud

Jäiteks loetakse käesolevas töös temperatuuril -5°C kuni 0°C sadanud sademeid (Tammets 2012: 83). Kuigi Riigi Ilmateenistus loeb tugevaks tuisuks, kui tuulepuhanguline kiirus on vähemalt 15 m/s (Riigi Ilmateenistuse kodulehekülg 2016), käsitletakse töös tuisuna ilmastikunähtust, kus koos sademetega on kuuetunnise perioodi jooksul keskmine tuule kiirus vähemalt 8 m/s, mida loetakse Beauforti skaalal mõõdetuna üsna tugevaks tuuleks (Tammets 2012: 139).

Riigi Ilmateenistuse hoiatuste kriteeriumite kohaselt on ohtlik tuul 15 m/s (Riigi Ilmateenistuse kodulehekülg 2016). Kuna täpsustatud ei ole, kas tegemist on puhangulise või mingi ajaperioodi keskmise tuule kiirusega ning ööpäevast tuule kiirust üle 10 m/s esineb Eestis harva (Tammets 2012: 18), kasutatakse käesolevas töös Beauforti skaalat, kus tugevaks tuuleks loetakse vähemalt 10,8 m/s (Tammets 2012: 139).

Riigi Ilmateenistus kasutab ohtlike sademete arvutamisel ajaühikuna 12 tundi (Riigi Ilmateenistuse kodulehekülg 2016). Kuna käesolevas töös kasutatakse päeva osana kuuetunnist perioodi, on nii ohtliku vihma- kui lumesaju hoiatuse kriteeriumites kehtestatud piirarv jagatud kahega.

Riigi Ilmateenistuse kohaselt peetakse ohtlikuks perioodiks vähemalt kahe ööpäeva vältel esinevat miinimum- ja maksimumtemperatuuri (vastavalt  $-30^{\circ}\text{C}$  ja  $+30^{\circ}\text{C}$ ) (Riigi Ilmateenistuse kodulehekülg 2016). Töös laiendatakse nii kõva pakase kui suure kuumuse definitsiooni selliselt, et kõvaks pakaseks ja suureks kuumuseks loetakse vaid ühe päeva osa keskmist temperatuuri vastavalt alla  $-15^{\circ}\text{C}$  ja üle  $+25^{\circ}\text{C}$ . Ohtlike temperatuuride piirmäärasid muudeti, kuna erinevalt eelpool kirjeldatud ilmastikutingimustest (nt jäide, tuisk, tugev lumesadu) ei ole äärmuslikel temperatuuridel otsest seost liiklusõnnetustega (Tammets 2012; Riigi Ilmateenistuse kodulehekülg 2016). Samuti esines temperatuuri  $+30^{\circ}\text{C}$  vaid kahel vaatlusperioodil 21 960-st ja temperatuuri  $-30^{\circ}\text{C}$  ei esinenud mitte kordagi.

Tabel 7. Töös kasutatavate raskete ilmastikutingimuste tunnused

Raske ilmastikutingimus	Tunnused, mille korral on tegemist raske ilmastikutingimusega
Jäide	Sademed temperatuuri vahemikus $-5^{\circ}\text{C}$ kuni $0^{\circ}\text{C}$
Tuisk	Sademed temperatuuril $\leq 0^{\circ}\text{C}$ ning tuule kiirus keskmiselt vähemalt 8 m/s
Temperatuur üle $+25^{\circ}\text{C}$	Temperatuur üle $+25^{\circ}\text{C}$
Temperatuur alla $-15^{\circ}\text{C}$	Temperatuur alla $-15^{\circ}\text{C}$
Ohtlik tuul	Kuue tunni jooksul keskmine tuul $\geq 10,8$ m/s
Ohtlik vihm sadu	Temperatuuril $> 0^{\circ}\text{C}$ kuue tunni jooksul sademeid $\geq 7,5$ mm
Ohtlik lumesadu	Temperatuuril $\leq 0^{\circ}\text{C}$ kuue tunni jooksul sademeid $\geq 3,5$ mm

Allikas: Autori koostatud Riigi Ilmateenistuse ja Beauforti skaala kohandatud andmete põhjal

### 2.3. Metoodika

Töös uuritakse lineaarse regressioonanalüüsiga mitmete sõltuvate tunnuste mõju kahele sõltuvale tunnusele andmetöötlusprogrammiga RStudio. Kuna erinevatel sõltumatutel tunnustel (nt suhteline õhuniiskus, elanike arv) on rohkem kui kaks taset, ei olnud võimalik T-testi kasutada. T-testi oleks saanud kasutada vaid kahe grupi keskmiste tulemuste võrdlemisel (nt: kas pimedas toimub rohkem liiklusõnnetusi kui valges). Kuna soovitakse määratleda võimalikult täpselt iga seletava tunnuse mõju sõltuvale tunnusele, kasutatakse antud töös mitme muutujaga regressioonanalüüsi mudelit. Töös kasutatakse kahte sisult sarnast mudelit. Hüpoteeside testimiseks kasutatakse nii  $Y_1$  (liiklusõnnetused) kui  $Y_2$  (kannatanuga liiklusõnnetused) puhul samasid sõltumatuid tunnuseid.

Kasutatud mudeli üldkuju on järgmine:

$$Y = X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12},$$

kus

$Y_1$  – liiklusõnnetused;

$Y_2$  – kannatanuga liiklusõnnetused;

$X_1$  – jäide;

$X_2$  – tuisk;

$X_3$  – temperatuur üle  $+30^{\circ}\text{C}$ ;

$X_4$  – temperatuur alla  $-30^{\circ}\text{C}$ ;

$X_5$  – ohtlik tuul;

$X_6$  – ohtlik vihmaadu;

$X_7$  – ohtlik lumesadu;

$X_8$  – suhteline õhuniiskus;

$X_9$  – pime aeg;

$X_{10}$  – riiklik püha;

$X_{11}$  – riikliku püha järgne päev;

$X_{12}$  – maakonna elanike arv.

### 3. TULEMUSED

Tulemuste peatükk koosneb kahest osas, millest esimeses antakse ülevaade analüüsitud perioodi kirjeldavatest andmetest. Peatüki teises osas on esitatud nelja hüpoteesi kontrollimise multivariativse analüüsi tulemused.

#### 3.1. Liiklusõnnetuste ja ilmastikutingimuste üldandmed

Perioodil 1. märts 2015 kuni 29. veebruar 2016 toimus Eestis 6704 liiklusõnnetust, millest keskmiselt igas viiendas liiklusõnnetuses (kokku 1372) sai kannatada vähemalt üks inimene (vt Tabel 8). Nendes liiklusõnnetustes sai kokku vigastada 1758 ja hukkus 63 inimest (kannatanuid kokku 1821) (vt Joonis 4).

Tabel 8. Liiklusõnnetuste ja kannatanuga liiklusõnnetuste arv

Liiklusõnnetused	Arv
Kõik liiklusõnnetused	6704
Kannatanuga liiklusõnnetused	1372

Allikas: Autori koostatud Häirekeskuse ning Politsei- ja Piirivalveameti andmete põhjal



Joonis 4. Liiklusõnnetustes kannatada ja vigastada saanud ning hukkunud inimesed

Allikas: Autori koostatud Häirekeskuse ning Politsei- ja Piirivalveameti andmete põhjal



Analüüsitud perioodi keskmine temperatuur oli +6,7°C, keskmine tuulekiirus 3,1 m/s, sademete hulk 0,4 mm ning suhteline õhuniiskus 79,7% (vt Tabel 9). Minimaalse ja maksimaalse temperatuuri vahe aasta jooksul oli 58,2°C, mis näitab küllaltki suurt varieeruvust (vt Lisa 1 Joonis 12, lk 65 ning teisi hajuvusdiagramme Lisa 1 Joonis 13, lk 65; Lisa 1 Joonis 14, lk 66; Lisa 1 Joonis 15, lk 66).

Tabel 9. Ilmastikutingimuste keskmised, miinimum- ja maksimumväärtused

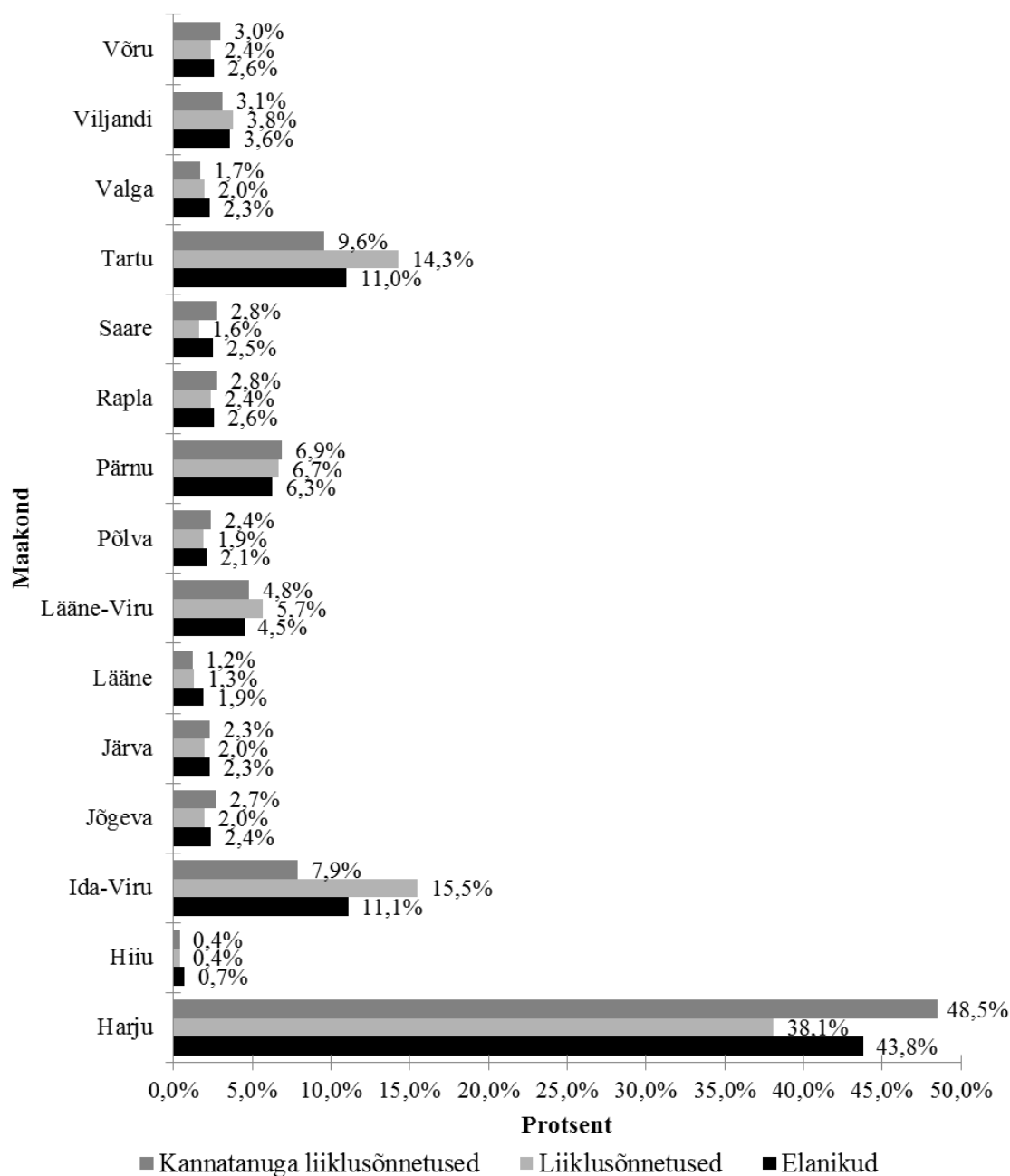
Ilmastikutingimus	Keskmine	Miinimum	Maksimum
Temperatuur	+6,7°C	-27,7°C	+30,5°C
Sademed	0,4 mm	0 mm	30,6 mm
Tuul	3,1 m/s	0 m/s	18,9 m/s
Suhteline õhuniiskus	79,7%	16%	100%

Allikas: Autori koostatud Riigi Ilmateenistuse andmete põhjal

### 3.1.1. Liiklusõnnetuste esinemine maakondade võrdluses

Kõigist liiklusõnnetustest enam kui kaks kolmandikku (67,9%) moodustasid kolme maakonna sündmused (vt Joonis 5). Ülekaalukalt kõige enam liiklusõnnetusi toimus Harjumaal (38,1%), millele järgnesid Ida-Virumaa (15,5%) ja Tartumaa (14,3%). Teistes maakondades toimus liiklusõnnetusi oluliselt vähem, millest kõige harvem Hiiumaal (0,4%). Samas, kui arvestada, et kolmes õnnetusterohkeimas maakonnas elab ligi kaks kolmandikku elanikkonnast (65,9%), ei toimunud neis maakondades kokku oluliselt rohkem liiklusõnnetusi.

Ootuspäraselt toimus ka kõige enam kannatanuga liiklusõnnetusi Harjumaal (48,5%), millele järgnesid Tartumaa (9,6%), Ida-Virumaa (7,9%) ja Pärnumaa (6,9%) (vt Joonis 5). Kõige vähem kannatanuga liiklusõnnetusi toimus Hiiumaal (0,4%), Läänemaal (1,2%) ja Valgemaal (1,7%).



Joonis 5. Liiklusõnnetused ja kannatanuga liiklusõnnetused maakondades võrreldes elanike arvuga

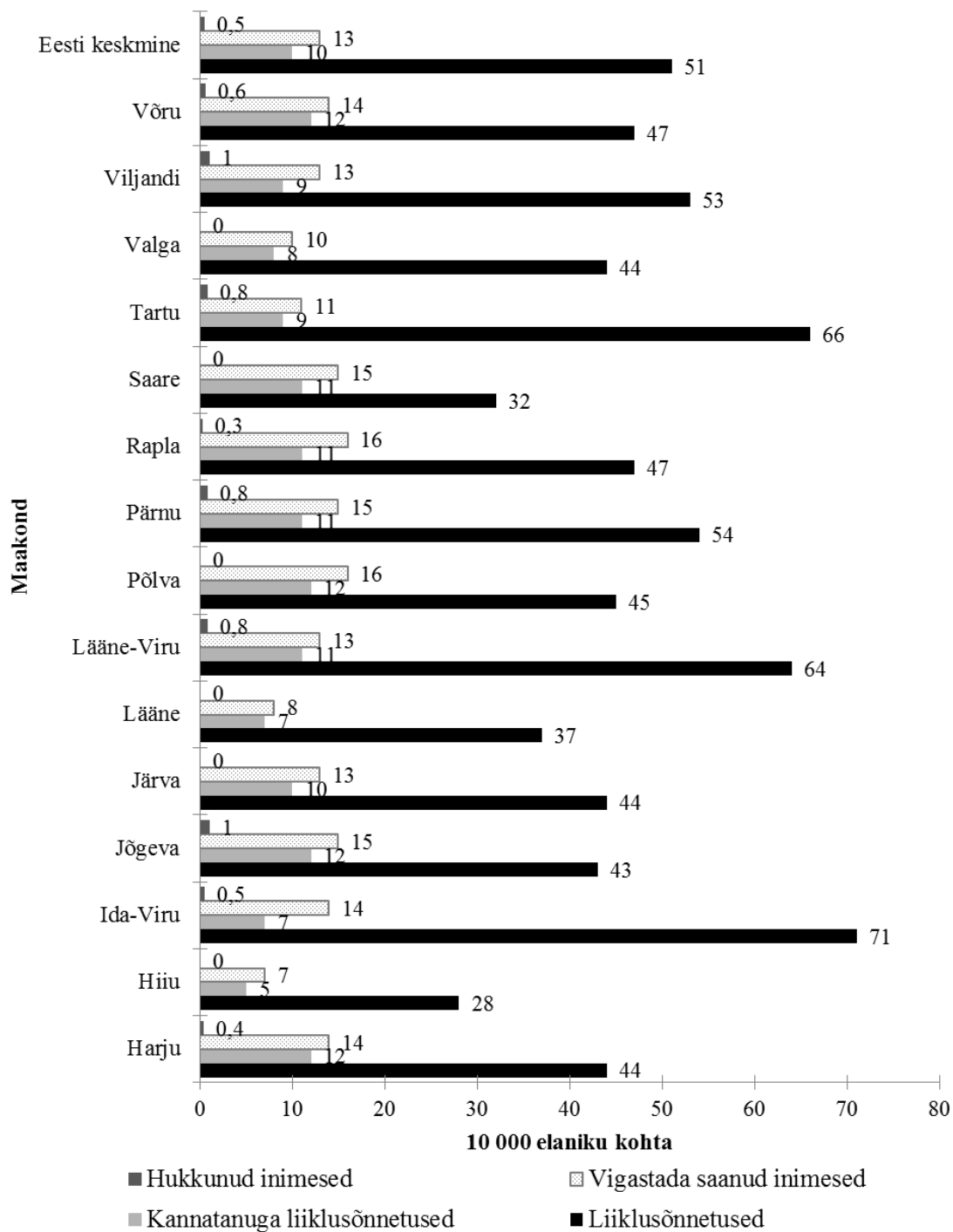
Allikas: Autori koostatud Häirekeskuse ning Politsei- ja Piirivalveameti andmete põhjal

Joonis 6 on kujutatud igas maakonnas 10 000 elaniku kohta toimunud liiklusõnnetused, kannatanuga liiklusõnnetused, vigastada saanud ja hukkunud inimesed. Sealt nähtub, et kõige enam liiklusõnnetusi 10 000 elaniku kohta toimus Ida-Virumaal (71) ja Tartumaal (66). Seevastu Harjumaal toimus vaid 44 liiklusõnnetust, mis oli sarnane Põlvamaa (45), Järvamaa (44) ja Jõgevamaa (43) tulemustele, kus toimus võrreldes Eesti keskmisega (51) vähem liiklusõnnetusi 10 000 elaniku kohta. Keskmisest enam liiklusõnnetusi toimus ka Lääne-Virumaal (64), Pärnumaal (54) ja Viljandimaal (53). Kõige vähem liiklusõnnetusi 10 000 elaniku kohta leidis aset Lääne-Eestis: Hiiumaal (28), Saaremaal (32) ja Läänemaal (37).

Kui liiklusõnnetusi 10 000 elaniku kohta toimus Harjumaal võrreldes Eesti keskmisega vähem, siis kannatanuga liiklusõnnetusi toimus Eesti keskmisest rohkem (12) (vt Joonis 6). Lisaks Harjumaale toimus 10 000 elaniku kohta 12 kannatanuga liiklusõnnetust ka Võrumaal, Jõgevamaal ja Põlvamaal. Kõige vähem kannatanuga liiklusõnnetusi 10 000 elaniku kohta toimus Hiiumaal (5), Läänemaal (7) ning Ida-Virumaal (7).

Vaadeldaval perioodil sai Eesti liikluses 10 000 elaniku kohta vigastada keskmiselt 13 inimest (vt Joonis 6). Arvestades maakonna elanike arvu, siis kõige enam sai liiklusõnnetuses inimesi vigastada Põlvamaal (16) ja Raplamaal (15) ning kõige vähem inimesi Hiiumaal (7) ja Läänemaal (8).

Kõige enam hukkus inimesi 10 000 elaniku kohta Jõgevamaal ja Viljandimaal (vt Joonis 6). Kuigi Tartumaal sai 10 000 elaniku kohta liiklusõnnetuse tagajärjel surma kaks korda enam inimesi kui Harjumaal, tuleb Tartumaa puhul arvestada ühte suurõnnetust 4. augustil 2015, kus hukkus neli inimest (vt Lisa 2 Tabel 16, lk 67). See sündmus moodustas enam kui kolmandiku kõigist analüüsitud perioodi jooksul Tartumaal liiklusõnnetuses hukkunud inimestest (vt Tabel 10). Kuna seitsmes maakonnas jäi hukkunute arv 1-7 inimese vahele, siis mõjutasid üksikud sündmused neis maakondades ka hukkunute arvu 10 000 inimese kohta.



Joonis 6. Liiklusõnnetused, kannatanuga liiklusõnnetused, vigastada saanud ja hukkunud inimesi 10 000 elaniku kohta

Allikas: Autori koostatud Häirekeskuse ning Politsei- ja Piirivalveameti andmete põhjal

Liiklusõnnetuse tagajärjel hukkus Eestis kokku 63 inimest, neist Harju maakonnas 22, Tartu maakonnas 11 ning Pärnu ja Ida-Viru maakonnas 7 (vt Tabel 10). Proportsionaalselt enim sai inimesi surma Harjumaal (34,9%) ja Tartumaal (17,5%). Kuues maakonnas (Hiiumaa, Saaremaa, Lääne, Järva, Põlva ja Valga) ei hukkunud analüüsitud perioodil liikluses mitte ühtegi inimest.

Kõikidest Eestis toimunud liiklusõnnetustest sai protsentuaalselt enim inimesi liikluses vigastada Harjumaal (45,4%), Ida-Virumaal (11,3%) ja Tartumaal (8,8%), kõige vähem aga Hiiumaal (0,4%) ja Läänemaal (1,1%) (vt Tabel 10). Ida-Virumaal sai vigastada 199 inimest, kuid siinkohal tuleb arvestada, et vaadeldaval perioodil toimus seal kolm erakordselt suure kannatanute arvuga sündmust, mis avaldasid tulemustele olulist mõju (vt Tabel 11).

Tabel 11 kirjeldatud suurõnnetustes sai vigastada kokku 62 inimest, mis moodustas ligi kolmandiku kõigist analüüsitud perioodil Ida-Virumaal vigastada saanud inimestest. See näitab, et üksikud (suur)õnnetused mõjutavad olulisel määral nii vigastatute kui hukkunute arvu. Mistõttu on käesolevas töös analüüsitavateks ühikuteks vigastatute ja hukkunute absoluutarvu asemel liiklusõnnetuste arv ja kannatanuga liiklusõnnetuste arv, kuna vigastatute ja hukkunute korral mõjutavad erandlikud sündmused selle piirkonna analüüsitulemusi ning ei aita tulevikus täpsemini liiklusõnnetusi ennetada ega planeerida operatiivressursside tegevusi.

Tabel 10. Liiklusõnnetustes vigastada saanud ja hukkunud inimesed

Maakond	Vigastada saanud inimesed		Hukkunud inimesed	
	Kokku	%	Kokku	%
Harju	798	45,4%	22	34,9%
Hiiu	7	0,4%	0	0%
Ida-Viru	199	11,3%	7	11,1%
Jõgeva	46	2,6%	3	4,8%
Järva	41	2,3%	0	0%
Lääne	20	1,1%	0	0%
Lääne-Viru	75	4,3%	5	7,9%
Põlva	46	2,6%	0	0%
Pärnu	124	7,1%	7	11,1%
Rapla	55	3,1%	1	1,6%
Saare	51	2,9%	0	0%
Tartu	155	8,8%	11	17,5%
Valga	32	1,8%	0	0%
Viljandi	61	3,5%	5	7,9%
Võru	48	2,7%	2	3,2%
<b>Kogu Eesti</b>	<b>1758</b>	<b>100%</b>	<b>63</b>	<b>100%</b>

Allikas: Autori koostatud Häirekeskuse ning Politsei- ja Piirivalveameti andmete põhjal

Tabel 11. Suurõnnetused Ida-Virumaal

Õnnetuse kuupäev	Vigastada saanud inimesed	Hukkunud inimesed	Kannatada saanud inimesed
28. august 2015	22	1	23
29. jaanuar 2016	20	0	20
8. veebruar 2016	20	1	21
<b>Kokku</b>	<b>62</b>	<b>2</b>	<b>64</b>

Allikas: Autori koostatud Häirekeskuse ning Politsei- ja Piirivalveameti andmete põhjal

Kõige sagedamini toimus ühe liiklusõnnetuse kohta üks kannatanuga liiklusõnnetus Saaremaal (3), ehkki liiklusõnnetuste koguarv oli seal üks väiksemaid (vt Tabel 12). Võrdluseks Ida-Virumaal, kus toimus 10 000 elaniku kohta kõige enam liiklusõnnetusi (vt Joonis 6, lk 36), sai ainult igas kümnendas liiklusõnnetuse keegi kannatada. Keskmisest sagedamini toimus üks kannatanuga liiklusõnnetus kõigi liiklusõnnetuste kohta ka Harjumaal, Jõgevamaal, Järvamaal, Põlvamaal, Raplamaa ja Võrumaal (5).

Tabel 12. Liiklusõnnetused ja kannatanuga liiklusõnnetused maakonniti

Maakond	Liiklusõnnetused	Kannatanuga liiklusõnnetused	Üks kannatanuga liiklusõnnetus kõigi liiklusõnnetuste kohta
Harju	2551	665	4
Hiiu	26	5	5
Ida-Viru	1038	108	10
Jõgeva	135	37	4
Järva	136	31	4
Lääne	90	17	5
Lääne-Viru	382	66	6
Põlva	127	33	4
Pärnu	447	94	5
Rapla	159	38	4
Saare	106	38	3
Tartu	960	132	7
Valga	133	24	6
Viljandi	256	43	6
Võru	158	41	4
<b>Kogu Eesti</b>	<b>6704</b>	<b>1372</b>	<b>5</b>

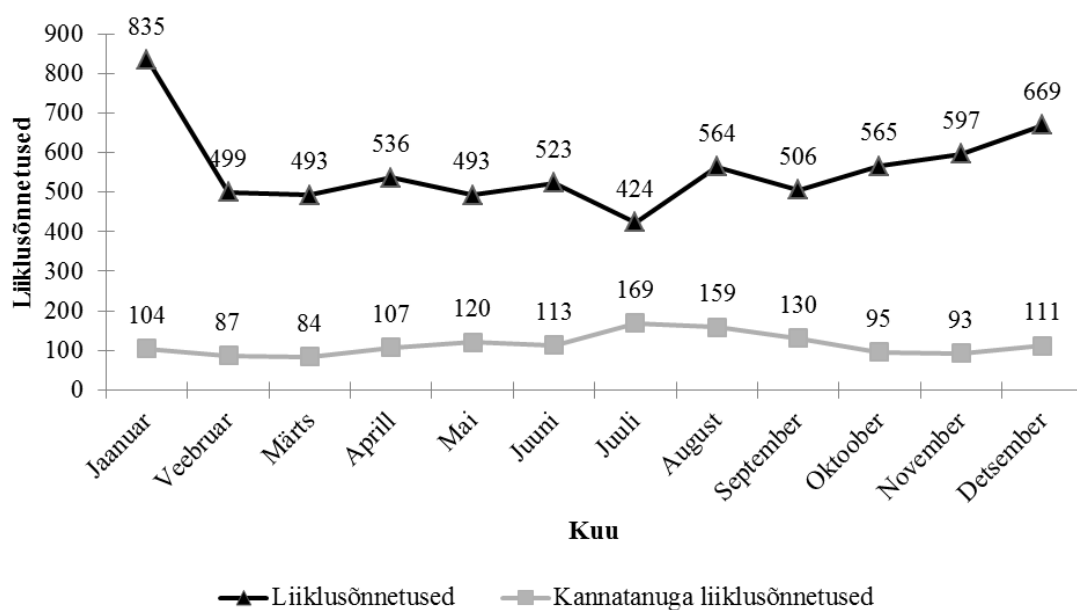
Allikas: Autori koostatud Häirekeskuse ning Politsei- ja Piirivalveameti andmete põhjal

### ***3.1.2. Liiklusõnnetuste seos kuude, nädalapäevade, päeva osade ja valgustatusega***

Kõige enam liiklusõnnetusi toimus talvekuudel jaanuaris ja detsembris, vastavalt 669 ja 835 (vt Joonis 7). Liiklusõnnetuste koguarv tõusis alates hilissuvest (augustist) ning oli kõrgem veel sügiskuudel oktoobris ja novembris. Vähem toimus liiklusõnnetusi kevadel ja suvel. Näiteks juulis oli liiklusõnnetuste arv aasta kõige väiksem (424).

Kannatanuga liiklusõnnetuste osas valitseb pigem vastupidine trend (vt Joonis 7). Talvel, eriti jaanuaris ja detsembris, toimus veidi enam kannatanuga liiklusõnnetusi kui

kevadadel ja sügisel, mil esines kannatanuga liiklusõnnetusi vähem kui teistel aastaaegadel. Kannatanuga liiklusõnnetuste arv hakkas selgelt tõusma kevadel alates aprillist, saavutades oma tipu juulis (169 kannatanuga liiklusõnnetust). Ehkki juulis toimus kõige vähem liiklusõnnetusi, oli sel kuul kõige suurem tõenäosus sattuda kannatanuga liiklusõnnetusse. Ka augustis (159) toimus palju kannatanuga liiklusõnnetusi, kuid pärast seda hakkas kannatanuga liiklusõnnetuste hulk märgatavalt vähenema.

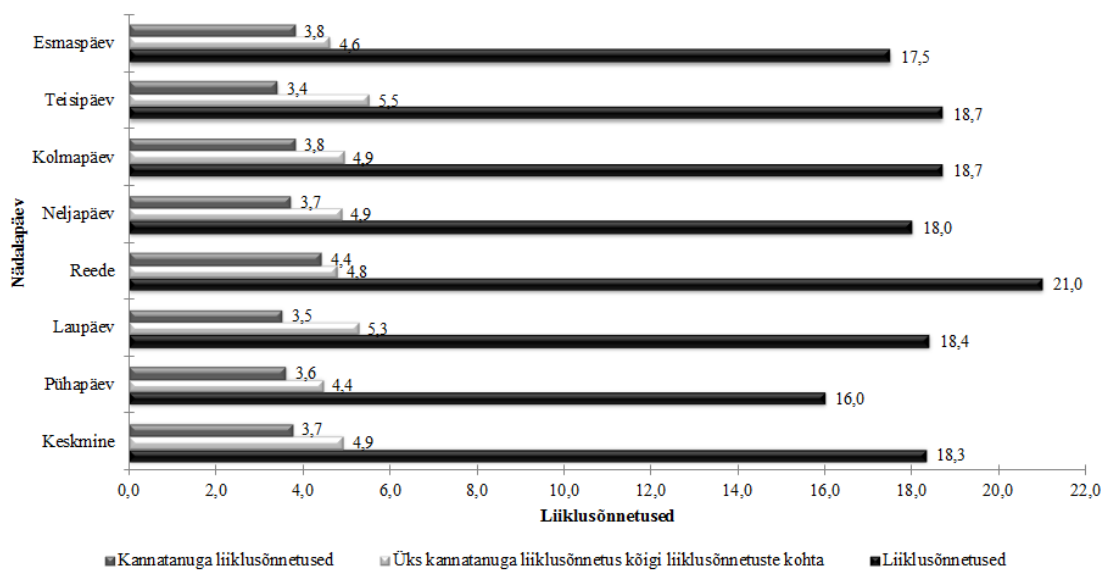


Joonis 7. Liiklusõnnetused ja kannatanuga liiklusõnnetused kuude kaupa

Allikas: Autori koostatud Häirekeskuse ning Politsei- ja Piirivalveameti andmete põhjal

Analüüsitaval perioodil toimus päevas keskmiselt 18,3 liiklusõnnetust ning neist kannatanuga 3,7 sündmust (vt Joonis 8). Kõige õnnetusterohkemaks nädalapäevaks oli reede, kus toimus keskmiselt 21 liiklusõnnetust. Seevastu neljapäeval (18,3), esmaspäeval (17,5) ja pühapäeval (16) toimus liiklusõnnetusi keskmisest vähem. Võrreldes teiste nädalapäevadega toimus reedel ka keskmisest enam kannatanuga liiklusõnnetusi (4,4). Samas, kui arvestada mitme liiklusõnnetuse kohta toimus üks kannatanuga liiklusõnnetus, siis sai keskmiselt kõige sagedamini vähemalt üks inimene kannatada pühapäeviti iga 4,4 ja esmaspäeviti iga 4,6 liiklusõnnetuse kohta. See tähendab, et kuigi esmaspäeval ja pühapäeval toimus vähem liiklusõnnetusi, siis kannatanuga liiklusõnnetuste arv sellest tulenevalt ei kahanenud.

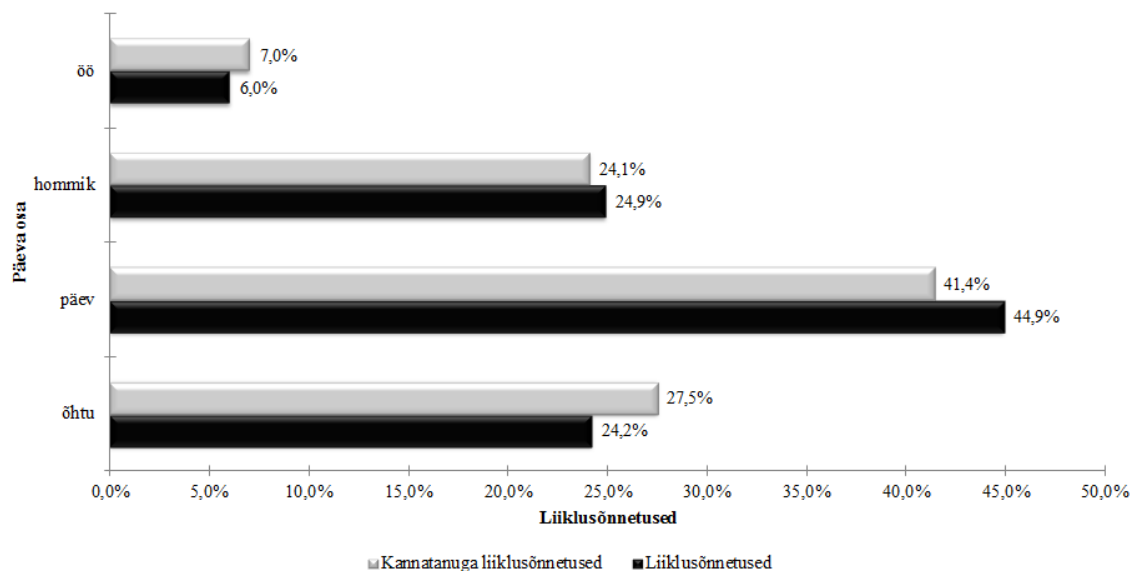




Joonis 8. Liiklusõnnetusi ja kannatanuga liiklusõnnetusi keskmiselt nädalapäeval

Allikas: Autori koostatud Häirekeskuse ning Politsei- ja Piirivalveameti andmete põhjal

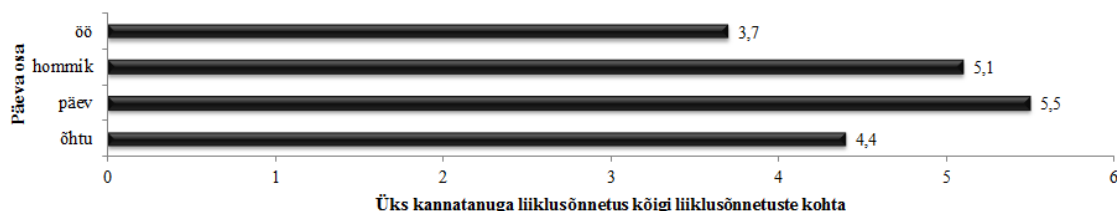
Kõigist liiklusõnnetustest ligi pooled toimusid päeval (44,9%) kell 12:00-17:59 (vt Joonis 9). Samas suurusjärgus toimus liiklusõnnetusi hommikul (24,9%) kell 06:00-11:59 ja õhtul (24,2%) kell 18:00-23:59 ning selgelt kõige vähem öösel (6%) kell 00:00-05:59.



Joonis 9. Liiklusõnnetused ja kannatanuga liiklusõnnetused päeva osades

Allikas: Autori koostatud Häirekeskuse ning Politsei- ja Piirivalveameti andmete põhjal

Kõige rohkem kannatanuga liiklusõnnetusi toimus samuti päeval ajal (41,4%) ja kõige vähem öösel (0,3%) (vt Joonis 9, lk 41). Hommikul toimunud liiklusõnnetustest sai keskmiselt iga 5,1 ja päeval 5,5 liiklusõnnetuse kohta vähemalt üks inimene kannatada (vt Joonis 10). Seevastu õhtusesse (4,4) ja öisesse (3,7) perioodi jäävates liiklusõnnetustes sai inimesi sagedamini kannatada.



Joonis 10. Üks kannatanuga liiklusõnnetus kõigi liiklusõnnetuste kohta päeva osades

Allikas: Autori koostatud Häirekeskuse ning Politsei- ja Piirivalveameti andmete põhjal

Veidi üle poolte (52,8%) liiklusõnnetuste toimus päeva osas, kuhu jäi nii pimedat kui ka valget aega (vahepealne valgustatus) (vt Tabel 13). Ligi kolmandik (32,6%) liiklusõnnetustest toimus päeva osas, mis oli täielikult valge ning vaid 14,6% sündmustest leidis aset pimedal ajal. Kannatanuga liiklusõnnetuste puhul kasvas veelgi valgel ajal toimunud sündmuste arv ning vähenes vahepealsel ja pimedal ajal toimunud sündmuste arv.

Tabel 13. Liiklusõnnetused ja kannatanuga liiklusõnnetused valgustatuse järgi

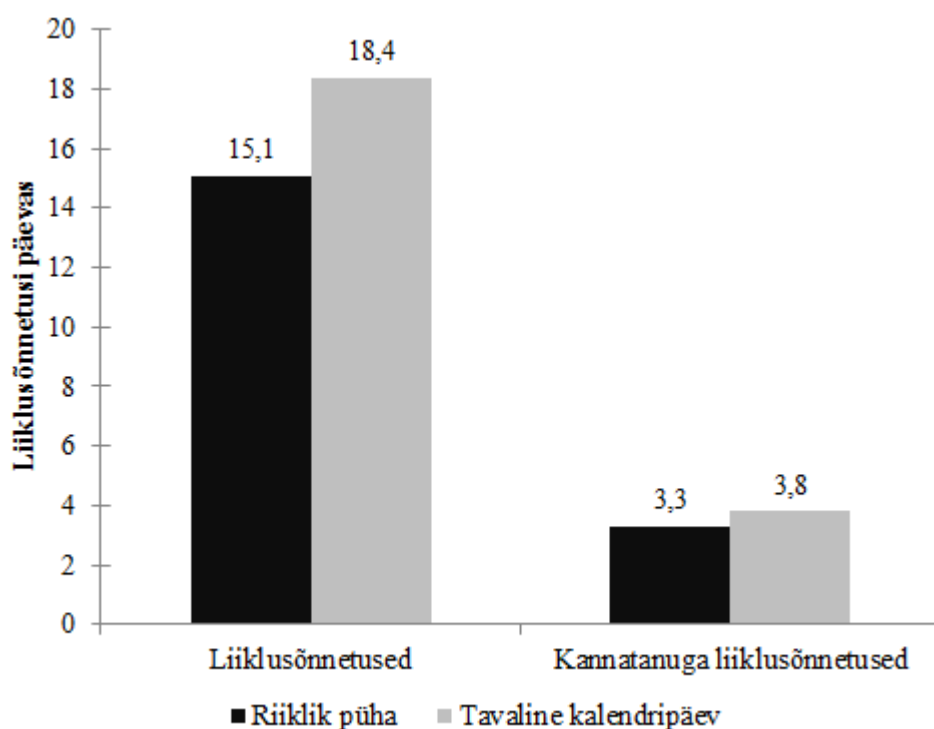
Valgustatus	Liiklusõnnetusi	Kannatanuga liiklusõnnetusi
Pime	14,6%	11,9%
Vahepealne	52,8%	51,7%
Valge	32,6%	36,4%
<b>Kokku</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Allikas: Autori koostatud Häirekeskuse ning Politsei- ja Piirivalveameti andmete põhjal

### 3.1.3. Liiklusõnnetuste seos riiklike pühadega

Analüüsitud perioodil oli Eestis 12 riiklikku püha, mille jooksul toimus päevas keskmiselt 15,1 liiklusõnnetust, mis oli enam kui kolme võrra vähem kui tavalisel kalendripäeval (18,4) (vt Joonis 11). Kokku toimus riiklikul pühal 181 ja tavalisel kalendripäeval 6523 liiklusõnnetust (vt Tabel 14).

Riiklikul pühal ja tavalisel kalendripäeval kannatanuga liiklusõnnetuste osas suurt erinevust ei olnud. Riiklikul pühal toimus keskmiselt 3,3 ja tavalisel kalendripäeval 3,8 kannatanuga liiklusõnnetust (vt Joonis 11).



Joonis 11. Liiklusõnnetused ja kannatanuga liiklusõnnetused keskmiselt riiklikul pühal ja tavalisel kalendripäeval

Allikas: Autori koostatud Häirekeskuse ning Politsei- ja Piirivalveameti andmete põhjal

Tabel 14. Liiklusõnnetused riiklikul pühal ja tavalisel kalendripäeval

Liiklusõnnetused	Hulk
Tavaline kalendripäev	6523
Riiklik püha	181
<b>Kokku</b>	<b>6704</b>

Allikas: Autori koostatud Häirekeskuse ning Politsei- ja Piirivalveameti andmete põhjal

### 3.2. Multivariatiivse analüüsi tulemused

Regressioonanalüüsi tulemused eraldi kahe sõltuva tunnuse kohta on esitatud Tabel 15. Mudel 1 näitab sõltumatute tunnuste seost liiklusõnnetustega ning Mudel 2 nende seost kannatanuga liiklusõnnetustega.

Esimese mudeliga testiti, kuidas mõjutavad rasked ilmastikutingimused ja riiklikud pühad liiklusõnnetuste toimumise sagedust. Regressioonanalüüsi tulemused näitasid, et kõige enam mõjutasid rasketest ilmastikutingimustest liiklusõnnetuste toimumist temperatuur alla  $-15^{\circ}\text{C}$  ning pimedus. Lisaks temperatuurile alla  $-15^{\circ}\text{C}$  ( $p=0,000$ ) ja pimedusele ( $p=0,000$ ) oli statistiliselt oluline ka jäide ( $p=0,000$ ) (vt Tabel 15). Temperatuuri alla  $-15^{\circ}\text{C}$  regressioonikordaja oli positiivne, mis tähendab, kui teised sõltumatud tunnused jäävad samaks, toimub temperatuuril alla  $-15^{\circ}\text{C}$  0,192 liiklusõnnetust enam kui soojema ilmaga. Samuti mõjutas liiklusõnnetuste toimumist jäide, mille korral juhtus 0,141 liiklusõnnetust rohkem. Vastupidiselt mõjutas pimedus, mille ajal toimus 0,190 liiklusõnnetust vähem. Ilmastikutingimustest ei osutunud liiklusõnnetuste toimumisele statistiliselt oluliseks tuisk, temperatuur üle  $+25^{\circ}\text{C}$ , ohtlik tuul, ohtlik vihma- ja lumesadu ning suhteline õhuniiskus.

Statistiliselt oluliseks osutus ka riikliku püha järgne päev ( $p=0,017$ ) ja riiklik püha ( $p=0,056$ ). Samas oli nende mõju suund liiklusõnnetuste toimumisele ootamatu, sest nii riikliku püha kui sellele järgneva päeva regressioonikordaja oli negatiivne. See tähendab, et riiklikul pühal toimus 0,056 ja riikliku püha järgsel päeval 0,082 liiklusõnnetust vähem kui tavalisel kalendripäeval. Samuti osutus statistiliselt oluliseks ka maakonna elanike arv ( $p=0,000$ ), mil iga elanik tähendas 0,000003122 enam liiklusõnnetust.

Mudelist 1 järeldus, et liiklusõnnetusi toimus pigem rohkem suurema rahvaarvuga piirkondades ning vähem riiklikel pühadel ja neile järgnevatel päevadel. Rasketest ilmastikutingimustest tingituna toimus liiklusõnnetusi rohkem temperatuuri alla  $-15^{\circ}\text{C}$  ja jäite korral, kuid vähem pimedal ajal. Mudel 1 osutus statistiliselt oluliseks ning sõltumatud tunnused kirjeldasid liiklusõnnetuste toimumist 23,8%, seega on tunnuste vahel tegemist keskmise tugevusega seosega.

Tabel 15. Regressioonanalüüsi tulemused

Tunnus	Mudel 1				Mudel 2			
	Liiklusõnnetused				Kannatanuga liiklusõnnetused			
	Regres. kordaja	St. viga	p väärtus	Stat. olulisus	Regres. kordaja	St. viga	p väärtus	Stat. olulisus
<b>Ilmastik</b>								
Jäide	0,141	0,038	0,000	***	0,003	0,013	0,833	
Tuisk	-0,426	0,295	0,149		-0,080	0,098	0,415	
Temperatuur üle +25°C	-0,002	0,091	0,979		-0,001	0,030	0,981	
Temperatuur alla -15°C	0,192	0,041	0,000	***	-0,004	0,014	0,764	
Ohtlik tuul	0,012	0,065	0,848		0,028	0,021	0,190	
Ohtlik vihmasadu	-0,004	0,069	0,949		0,017	0,023	0,457	
Ohtlik lumesadu	-0,075	0,172	0,661		0,089	0,057	0,116	
Suhteline õhuniiskus	-5,594*10 <sup>-5</sup>	0,000	0,870		4,033*10 <sup>-4</sup>	1,130*10 <sup>-4</sup>	0,000	***
Pime aeg	-0,190	0,013	0,000	***	-0,041	0,004	0,000	***
<b>Pühad</b>								
Riiklik püha	-0,056	0,030	0,056	.	-0,010	0,010	0,307	
Riikliku püha järgne päev	-0,082	0,034	0,017	*	0,011	0,011	0,319	
<b>Elanikud</b>								
Maakonna elanike arv	3,122*10 <sup>-6</sup>	0,000	0,000	***	7,833*10 <sup>-7</sup>	0,000	0,000	***
Vabaliige	0,084	0,027	0,002	**	0,036	0,009	0,000	***
N	21947				21947			
R <sup>2</sup>	0,238				0,152			

. p&lt;0,1; \* p&lt;0,05; \*\* p&lt;0,01; \*\*\* p&lt;0,001

Allikas: Autori koostatud RStudios läbiviidud analüüsi põhjal

Teise mudeliga testiti, kuidas mõjutavad rasked ilmastikutingimused ja riiklikud pühad kannatanuga liiklusõnnetuste toimumise sagedust. Tulemused näitasid, et ilmastikutingimustest mõjutas kannatanuga liiklusõnnetuste toimumist enim suhteline õhuniiskus ( $p=0,000$ ) ja pimedus ( $p=0,000$ ) (vt Tabel 15). Sarnaselt kõigile liiklusõnnetustele toimus ka kannatanuga liiklusõnnetusi pimedal ajal vähem. See tähendab, kui kõik teised sõltumatud tunnused jäävad samaks, toimub pimedas 0,041 kannatanuga liiklusõnnetust vähem. Suhtelise õhuniiskuse regressioonikordaja oli positiivne, mistõttu toimus 1% suhtelise õhuniiskuse lisandudes 0,0004033 kannatanuga liiklusõnnetust enam.

Erinevalt kõigist liiklusõnnetustest ei osutunud kannatanuga liiklusõnnetuste puhul statistiliselt oluliseks temperatuur alla  $-15^{\circ}\text{C}$  ega jäide. Samuti ei osutunud statistiliselt oluliseks teised rasked ilmastikutingimused: tuisk, temperatuur üle  $+25^{\circ}\text{C}$ , ohtlik tuul, ohtlik vihma- ja lumesadu. Lisaks puudus statistiliselt oluline seos ka kannatanuga liiklusõnnetuste ning riikliku püha ja riiklikule pühale järgneva päeva vahel. Sarnaselt kõigile liiklusõnnetustele osutus kannatanuga liiklusõnnetuste korral statistiliselt oluliseks maakonna elanike arv. Iga elanik tähendas 0,0000007833 enamat kannatanuga liiklusõnnetust.

Mudel 2 järeldub, et kannatanuga liiklusõnnetusi toimub pigem rohkem suurema rahvaarvuga piirkondades. Riiklikud pühad ja neile järgnevad päevad ei mõjuta kannatanuga liiklusõnnetuste toimumist. Samuti ei toimunud raskete ilmastikutingimuste korral oluliselt enam kannatanuga liiklusõnnetusi, sest vaid õhuniiskuse kasvades sagenesid kannatanuga liiklusõnnetused. Veel enam, pimeduse korral toimus omakorda vähem kannatanuga liiklusõnnetusi. Mudel 2 osutus statistiliselt oluliseks ning sõltumatud tunnused kirjeldasid liiklusõnnetuste toimumist 15,2%, seega on tunnuste vahel tegemist pigem nõrga seosega.

#### 4. DISKUSSIOON

Käesoleva magistritöö eesmärk oli analüüsida, kuivõrd ilmastik ja sellega seotud muutused ning riiklikud pühad mõjutavad liiklusõnnetuste ja kannatanuga liiklusõnnetuste toimumist, et oleks võimalik juba täna olemasolevaid andmeid kasutada riskide prognoosimiseks enne nende realiseerumist ja operatiivressursside tegevusi paremini planeerida. Arvestades kogutava andmestiku iseloomu ei olnud keskseks eesmärgiks mitte ainult ilmastiku ja liiklusõnnetuste esinemise seose, vaid ka selle seose tugevuse näitamine, mis on oluline nii riskide ennetamise kui operatiivressursi planeerimise seisukohast.

Analüüsitaval perioodil 1. märts 2015 kuni 29. veebruar 2016 toimus 6704 liiklusõnnetust (vt Tabel 8, lk 32), millest igas viiendas sai vähemalt üks inimene kannatada (kokku 1372 kannatanuga liiklusõnnetust) (vt Joonis 4, lk 32). Neile sündmustele reageeris vähemalt üks politsei-, kiirabi- või päästeressurss 10 970 korda (vt Tabel 3, lk 25). Kusjuures tuleb arvestada, et paljudel juhtudel sõitis sündmuskohale rohkem kui üks politsei-, kiirabi- või päästeauto. Seega tegid operatiivressursid liiklusõnnetustele oluliselt enam kui 10 970 väljasõitu, mis keskmiselt tähendab vaadeldaval perioodil üle ühe väljasõidu tunnis.

Liiklusõnnetused oma tekkemehhanismi tõttu vajavad kõigi operatiivressursside kõrgendatud tähelepanu. Politsei jaoks on olulised esmased menetlustoimingud selgitamiseks välja õnnetuse asjaosalised ja asjaolud, kiirabi keskendub kannatanute tervisliku seisundi kontrollimisele ja vajadusel stabiliseerimisele ning päästjad likvideerivad potentsiaalse lekke- või süttimisohu ja vajadusel vabastavad kannatanud sõidukitest. Seega on kõigi operatiivressursside jaoks tegemist ajamahukate tegevustega ning näiteks kiirabi jaoks ei lõppe sündmus esmaabi osutamisega õnnetuskohal, vaid kannatanute transportimisega haiglasse, mis asulavälise sündmuse korral on aeganõudvam.

Kuna parasvöötme kliimale iseloomulikult vahelduvad Eestis aasta jooksul erinevad ilmastikutingimused analüüsi esitatud hüpoteeside testimiseks raskete ilmatikutingimuste ja riiklike pühade mõju liiklusõnnetuste ning kannatanuga liiklusõnnetuste toimumisele regressioonianalüüsiga.

Tulemustest selgus, et vaid mõned rasketele ilmastikutingimustele omased tunnused avaldasid liiklusõnnetuste toimumisele statistiliselt olulist mõju. Ohtlik sademete hulk, mille mõju liiklusõnnetustele on mitmetes varasemates uuringutes leidnud kinnitust (Norrman et al. 2000; Golob et al. 2003; Paraskevi et al. 2015), ei osutunud Eesti andmete puhul statistiliselt oluliseks. Eraldi testiti nii ohtliku vihmaseadu, kus 0°C soojemal temperatuuril sadas kuue tunni jooksul vähemalt 7,5 mm kui ka ohtliku lumesadu, kus 0°C ja külmemal temperatuuril sadas kuue tunni jooksul vaid 3,5 mm, kuid mitte kumbki ohtlik ilmastikutingimus ei mõjutanud statistiliselt oluliselt liiklusõnnetuste toimumist.

Temperatuuri äärmustest mõjutasid liiklusõnnetuste toimumist vaid madalad temperatuurid (alla -15°C). Temperatuur üle +25°C ei olnud statistiliselt oluline liiklusõnnetusi mõjutav tunnus. Ka Brijs et al. (2008) ja Satu et al. (2014) jõudsid samadele tulemustele, et talvistel ja madalatel temperatuuridel tõuseb liiklusõnnetuste toimumise risk.

Samas kui ohtlik vihmaseadu või ohtlik lumesadu eraldiseisvalt liiklusõnnetustele mõju ei avaldanud, siis sademed temperatuuri vahemikus -5°C kuni 0°C korral tõid kaasa rohkem liiklusõnnetusi. Taolised ilmastikutingimused toovad teedele jäite, mis tekitab maapinnale kiilasjää (Tammets 2012: 83). Seda kinnitavad ka Soomes (Satu et al. 2014) ja Rootsis (Norrman et al. 2000) läbiviidud uuringud. Seega ei pea liiklusõnnetuste toimumiseks sadama suurem kogus vihma või lund, vaid piisab sellest, et vedelad sademed külmuvad teele ning tekitavad liiklusohutlikke tingimusi.

Sarnaselt Edwardsi (1998) ja Brijs et al. (2008) tulemustele selgus regressioonanalüüsiga, et tuul, mis puhub kuue tunni jooksul keskmiselt vähemalt 10,8 m/s ei oma liiklusõnnetustele olulist mõju. See tähendab vastupidist Hermans et al. (2006) uuringu tulemustele, kus leiti, et tugevate tuulepuhangute korral toimub enam liiklusõnnetusi. Nagu ohtlik tuul üksikult, ei osutunud statistiliselt oluliseks ka tuisk ehk 8 m/s puhuv tuul koos sademetega temperatuuril 0°C ja külmem.

Golob et al. (2003) ning Black ja Mote (2015) jõudsid valgustatuse ja liiklusõnnetuste vastastikkust sõltumist uurides vastandlikele tulemustele. Eesti andmete analüüsitulemused sarnanevad Golob et al. (2003) tulemustega, mis leidis, et pimedal



ajal vähenes liiklusõnnetuste risk. Samas tuleb arvestada, et enamasti on pimedal ajal tegemist õhtusel ja öisel perioodil, kus liiklussagedus on madalam, mistõttu toimub ka vähem õnnetusi. Vaid 14,6% kõigist liiklusõnnetustest toimus täielikult pimedas päeva osas (vt Tabel 13, lk 42). Kui liiklusõnnetus toimus öösel või õhtul, siis oli suurem tõenäosus, et seal oli ka mõni kannatanu (vt Joonis 10, lk 42). Mõju täpsemaks hindamiseks oleks vajalik analüüsida liiklussagedusi igas päeva osas. Selle põhjal saaks hinnata, mitme liiklemise kohta toimub üks liiklusõnnetus.

Töös püstitatud hüpotees, et rasked ilmastikutingimused suurendavad liiklusõnnetuste esinemise sagedust leidis osaliselt kinnitust, sest nii jäite kui ka temperatuuril alla  $-15^{\circ}\text{C}$  korral toimus rohkem liiklusõnnetusi, kuid pimedal ajal vähem. Samas tuisk, temperatuur üle  $+25^{\circ}\text{C}$ , suhteline õhuniiskus, ohtlik tuul, ohtlik vihma- ja lumesadu liiklusõnnetuste toimumisele mõju ei avaldanud.

Mitmed riiklike pühade ja liiklusõnnetuste vahelisi seoseid uurinud tööd (Anowara et al. 2013; Farmer ja Williams 2005) hõlmavad vaid hukkunuga liiklusõnnetusi. Käesolevate andmete regressioonanalüüsi tulemuste kohaselt oli riiklikel pühadel ja neile järgnenud päevadel liiklusõnnetuste toimumisele statistiliselt oluline mõju. Nii riiklikel pühadel kui neile järgnenud päevadel toimus vähem liiklusõnnetusi kui tavalistel kalendripäevadel (vt Joonis 11, lk 43). See näitab, et enamikel riiklikel pühadel ja neile järgnenud päevadel eelistavad inimesed pigem vähem liigelda või kui liiklevad, siis on rohkem tähelepanelikud, et mitte liiklusõnnetusse sattuda. Enne suuremaid pühasid toimuvad tihti ka teavituskampaaniad, milles kutsutakse inimesi üles olema liikluses tähelepanelikud, arvestama teiste liiklejatega, joobeseisundis mitte sõidukit juhtima ning kasutama turvavarustust. Seega ei leidnud kinnitust hüpotees, et riiklikud pühad suurendavad liiklusõnnetuste esinemist.

Liiklussagedust iseloomustab ka maakonna elanike arv, mis osutus liiklusõnnetuste puhul statistiliselt oluliseks ning näitas, mida rohkem inimesi piirkonnas elas, seda suurem tõenäosus oli liiklusõnnetusse sattuda. Kolmes kõige elanikerohkemas maakonnas – Harjumaal, Ida-Virumaal ja Tartumaal – toimus enam kui kaks kolmandikku (67,9%) kõigist liiklusõnnetustest (vt Joonis 5, lk 34) ning kõige väiksema elanikkonnaga maakonnas Hiiumaal (0,4%) toimus liiklusõnnetusi kõige harvem.

Sarnaselt kõigile liiklusõnnetustele osutus ka kannatanuga liiklusõnnetuste puhul maakonna elanike arv statistiliselt oluliseks – mida rohkem inimesi piirkonnas elas, seda suurem tõenäosus oli kannatanuga liiklusõnnetuse toimumiseks. Samuti toimus Harjumaal, Ida-Virumaal ja Tartumaal, kus elab kõige enam inimesi, ka kõige rohkem kannatanuga liiklusõnnetusi (vt Joonis 5, lk 34) ning kõige harvem väikseima rahvaarvuga Hiiumaal.

Erinevalt kõigist liiklusõnnetustest ei osutunud kannatanuga liiklusõnnetuste puhul riiklikud pühad statistiliselt oluliseks. Seega ei leidnud kinnitust hüpotees, et riiklikud pühad suurendavad kannatanuga liiklusõnnetuste esinemise sagedust. Samuti oli kannatanuga liiklusõnnetustel ilmastikutingimustest statistiliselt olulised vaid pimedus ning suhteline õhuniiskus.

Regressioonianalüüsi tulemustest selgus, et pimedal ajal toimus vähem kannatanuga liiklusõnnetusi, kuid selle regressioonikordaja oli väiksem kui kõigi liiklusõnnetuste puhul, mistõttu oli efekti suurus väljundtunnusele nõrgem. Suhtelise õhuniiskuse protsendi tõustes toimus enam kannatanuga liiklusõnnetusi. Samas jäide, tuisk, temperatuur üle  $+25^{\circ}\text{C}$ , temperatuur alla  $-15^{\circ}\text{C}$ , ohtlik tuul, ohtlik vihma- ja lumesadu kannatanuga liiklusõnnetuste toimumisele mõju ei avaldanud. Võimalik, et statistiliselt oluliste seoste vähesus on tingitud sellest, et raskeid ilmastikutingimusi esines kannatanuga liiklusõnnetuste toimumise ajal harva ja valim oli seega väike. Seetõttu ei leidnud kinnitust töös püstitatud hüpotees, et rasked ilmastikutingimused suurendavad kannatanuga liiklusõnnetuste esinemise sagedust.

Kuigi mõlemad töös esitatud mudelid osutusid statistiliselt oluliseks, tuleks nii riskide prognoosimisel kui ka operatiivressursside planeerimisel kasutada esimest mudelit, mille sõltumatud tunnused kirjeldasid liiklusõnnetuste toimumist 23,8%, mistõttu oli tunnuste vahel tegemist keskmise tugevusega seosega. Esimese mudeli kasutamist toetab ka asjaolu, et tekkemehhanismist tulenevalt on iga liiklusõnnetuse puhul tegemist potentsiaalselt kannatanuga sündmusega.

Liiklusõnnetuste toimumise ning raskete ilmastikutingimuste, riiklike pühade ja piirkonna elanike arvu vahel on selged ja statistiliselt olulised seosed. Samuti on võimalik täheldada sesoonseid seoseid. Liiklusõnnetuste koguarv hakkas tõusma

hilissuvel augustis ning kõige enam liiklusõnnetusi toimus talvekuudel detsembris ja jaanuaris, vähem liiklusõnnetusi toimus kevadel ja suvel (vt Joonis 7, lk 40). Samas kannatanuga liiklusõnnetuste arv oli vastupidiselt suurim suvel, mil juuli- ja augustikuu kõrgperioodi järel toimus sügisel stabiilne kannatanuga liiklusõnnetuste vähenemine. Kannatanuga liiklusõnnetuste sagenemist oli märgata alates kevadest, kui ilmad muutuvad soojemaks, mida võib seostada suureneva jalakäijate, jalgrataste ja mootorrataste arvuga liikluses.

Nädalapäevadest oli õnnetusterohkeim reede, kus toimus ka kõige enam kannatanuga liiklusõnnetusi (vt Joonis 8, lk 41). Vastupidiselt reedele, kus töönädalast väsinud inimesed sõidavad koju, suvilasse või sugulastele külla, toimus kõige vähem liiklusõnnetusi pühapäeval. Suurim osa kõigist liiklusõnnetustest ja kannatanuga liiklusõnnetustest (vastavalt 45% ja 41%) leidis aset päeval ajal kella 12:00 ja 17:59 vahel (vt Joonis 9, lk 41) ning selgelt kõige vähem öisel ajal kella 00:00 ja 05:59 vahel (vastavalt 6% ja 7%), kui enamik inimesi magavad ja liiklusedus on madalam. Samas, kui öösel toimus liiklusõnnetus, oli selles päeva osas keskmiselt kõige suurem tõenäosus, et õnnetuse tagajärjel saab mõni inimene kannata (vt Joonis 10, lk 42).

Eelnevalt kirjeldatud seoste ja järelduste puhul tuleb arvestada, et kõigi liiklusõnnetuste registreerimist ühe organisatsiooni (Häirekeskus) poolt ja ühtsetel alustel alustati alles 2015. aastal. Sellest tulenevalt sai alles hiljuti võimalikuks käesolevaks analüüsiks vajalike andmete kogumine ning seega piirdus vaadeldav periood vaid ühe aastaga. Iga-aastaselt uute andmete lisandumisel paraneb ka mudeli täpsus. Samuti ei ole käesolevas töös analüüsitud liiklusõnnetuste toimumise teisi võimalikke põhjuseid (nt joobes juhtimine, valesti valitud sõidukiirus jms) ning töös keskenduti vaid raskete ilmastikutingimuste ja riiklike pühade mõjule. Kuna joobes juhtimine ja valesti valitud sõidukiirus on käitumuslikud tegurid, siis neid reaalses kasutatavas mudelisse kaasata ei ole mõistlik.

Lisaks võib kaaluda käesolevas magistritöös esitatud mudeli täiendamist riigi poolt kogutavate teiste andmetega. Maanteeamet kogub Eesti maanteedelt teilmajaamadega informatsiooni teeolude (nt tee seisund, tee temperatuur) ja liikluseduse kohta. Neid

andmeid kaasates tuleks nii teeilmajaamade kui liiklussageduse mõõtmispunkte rajada ka linnadesse, kus toimub märkimisväärne osa kõigist liiklusõnnetustest.

Täna kasutatavates andmebaasides on kogu vajalik informatsioon juba olemas, kuid erinevate andmekogude vahel puudub süsteemsus ja liidestatus. Nimelt koguvad ilmastiku kohta andmeid nii Riigi Ilmateenistus kui Maanteeamet. Vajalik oleks ühiselt üle vaadata vaatlusvõrgustik ning vajadusel teha muudatusi, et seniseid vahendeid võimalikult tõhusalt kasutada kogu riigi, mitte ainult ühe organisatsiooni huvides.

Eraldi infosüsteemidesse registreerib teavet liiklusõnnetuste kohta ka Häirekeskus. Nimelt need sündmused, kuhu reageerivad päästjad ja kiirabi, sisestatakse päästeinfosüsteemi ning politsei reageerimist vajavad sündmused politseiinfosüsteemi. Käesoleva töö ühtse liiklusõnnetuste andmestiku loomiseks oli vajalik paralleelselt kontrollida mõlema andmebaasi sissekandeid ning eemaldada duplikaadid. Seetõttu oleks vajalik võtta kasutusele ühtne infosüsteem, kuhu saaks ühetaoliste klassifikaatorite järgi sisestada kõigi liiklusõnnetuste andmed, olenemata sellest, milline operatiivressurss sündmusele reageerima peab.

Erinevate riigiasutuste poolt kogutud täpselt klassifitseeritud ja ühtlustatud andmed peaks koondama ühtsesse infosüsteemi, mille vajadusele viitab ka Siseturvalisuse arengukava 2015-2020 (Siseturvalisuse arengukava 2015-2020: 69). Kuna Häirekeskus kogub kõige värskemad liiklusõnnetuste informatsiooni ning omab tänu geoinfosüsteemile GIS-112 ülevaadet kõigist Eestis toimuvatest operatiivsündmustest, oleks otstarbekas anda see ülesanne Häirekeskusele.

Hetkel tegeleb elanikkonna teavitamisega rasketest ilmastikutingimustest nii Politsei- ja Piirivalveamet, Riigi Ilmateenistus kui Maanteeamet. Häirekeskus peaks lisaks seiramise funktsioonile saama koordineeriva organisatsioonina ka avaliku kommunikatsiooni ülesande ning vastutama selle eest, et riskitaseme tõusu korral oleks nii elanikkond kui koostööpartnerid teavitatud. Elanikkonna teavitamiseks saab kasutada traditsioonilist meediat (televisioon, raadio, ajalehed), sotsiaalmeediat (Facebook, Twitter, Instagram), mobiilirakendusi või SMS lühisõnumeid.

Teine kommunikatsiooni haru peaks toimuma koostööpartnerite suunal, kes saaksid vastavalt laekunud informatsioonile teha vajalikke otsuseid. Eeldusel, et Maanteeamet võtaks kasutusele rohkem muutuvteabega liikluskorraldusvahendeid (elektroonsed infotahvlid või kiirusepiirangud), mida ka uuringud on soovitanud (Ramboll Eesti AS 2013), oleks võimalik vastavalt eesootavatele riskidele vähendada teelõikudel piirkiirust või teavitada liiklejaid liiklus- ja ilmastikuoludest ning võimalikest ohtudest. Taolised liikluskorraldusvahendid on kasutusel näiteks Soomes (AS Teede Tehnokeskus ja OÜ Stratum 2010: 77).

Lisaks peaks teavitama Päästeametit, Politsei- ja Piirivalveametit ning Terviseametit, kes saaksid vastavalt vajadusele kutsuda tööle enam inimressurssi või paigutada ohupiirkondadesse ennetavalt pääste-, politsei- ja kiirabiressursse, mis oleksid liiklusõnnetuse korral valmis võimalikult kiiresti reageerima, et tekkinud kahjusid minimeerida. Samuti võib politsei paigutada patrulle preventiivsel eesmärgil potentsiaalsetesse riskipiirkondadesse eesmärgiga olla liiklejate seas nähtav ning sellega rahustada liiklusvoogu, sest uuringud (Kajo 2015: 54) on näidanud, kui Eesti teedel on rohkem politseipatrulle, toimub ka vähem kiiruseületamisi. Rasketes ilmastikutingimustes kiiruse vähendamine aitab mitte ainult õnnetusi ära hoida, vaid ka vajadusel sõiduki üle juhitavuse kaotamise korral sõidukit uuesti kontrolli alla saada. Liiklusõnnetuste ennetamine aitab säästa nii riigi kui iga õnnetuses osalenu ressursse ning omab suurt väärtust kõigile osapooltele.

Riigil on täna kasutatavates andmebaasides informatsioon, mille abil on võimalik liiklusõnnetuste toimumise riske prognoosida, elanikkonda ohtudest teavitada ning ka operatiivressursside tegevust paremini planeerida. Tegemist on rakendamata potentsiaaliga, mida on võimalik koordineeritult ja terviklikult juhtides edukalt kasutada. Vajalik on täpselt sõnastada eesmärgid ja jagada ülesanded. Ohtude ennetamine aitab kaasa tõhusamale riigivalitsemisele ja on riigile kindlasti soodsam kui tekkinud kahjude likvideerimine.

## KOKKUVÕTE

Eesti Vabariigi kaks viimast valitsust on strateegilise eesmärgina sõnastanud riigireformi ja valitsemiskulude vähendamise vajaduse. Riigieelarveliste ressursside võimalused on piiratud, mistõttu tuleb otsida tõhusamaid võimalusi siseturvalisuse tagamiseks. Siseturvalisuse organisatsioonide jaoks on kõige tavapärasemaks ja sagedasemaks sündmuseks, kuhu reageerivad nii politsei-, kiirabi- kui päästeressurss, liiklusõnnetus, kuhu operatiivressursid teevad aastas enam kui 10 000 väljasõitu.

Liiklusõnnetused tähendavad ühiskonnale suuri kulutusi, mis ei piirdu operatiivressursside reageerimise või varalise kahju tekitamisega inimestele, kes õnnetusse sattusid. Liiklusõnnetuste tagajärjel on sageli häiritud sündmuskoha liiklus, mis mõjutab transpordiühendusi. Oluliste transiitteede liikluse häiritus avaldab otsest mõju majandusele. Veel enam, paljude õnnetuste tagajärjel kaotavad inimesed osaliselt või isegi täielikult töövõime, mis omakorda mõjutab lisaks ka kannatanu lähedaste toimetulekut, on kuluks sotsiaalsüsteemile ning laiemalt majandusele.

Ehkki Eesti avalik sektor on kõrgelt digitaliseeritud, koguvad paraku erinevad riigiasutused rohkelt andmeid vaid oma organisatsiooni esmaste seaduses ettenähtud ülesannete täitmiseks. Kasutades läbimõeldumalt juba kogutud andmeid, võivad need pakkuda olulist lisaväärtust. Selleks uuriti käesolevas magistritöös, kuidas rasked ilmastikutingimused ja riiklikud pühad avaldasid mõju liiklusõnnetuste toimumisele eesmärgiga planeerida edaspidi tõhusamalt operatiivressursside tegevust ning seeläbi ennetada ohte ja vähendada liiklusõnnetuste tagajärjel tekkivat kahju.

Hüpoteeside testimiseks kasutati kuut andmestikku: rahvastiku arvestamisel Eesti Statistikaameti, ilmastikuandmete korral Riigi Ilmateenistuse, valgustatuse väljaselgitamiseks Tartu Observatooriumi koduleheküljel olevaid päikesetõusu ja päikeseloojangu andmeid, riiklike pühade määratlemiseks pühade ja tähtpäevade seaduses sätestatud kuupäevi ning liiklusõnnetuste ja kannatanuga liiklusõnnetuste puhul Häirekeskuse ning Politsei- ja Piirivalveameti andmeid.

Ühtse liiklusõnnetuste andmestiku loomiseks kontrolliti paralleelselt nii pääste- kui politseiinfosüsteemi sisestatud andmeid ning eemaldati duplikaadid. Maakondade ilmastikutingimuste puhul arvutati igale ilmastikutingimusele töö metoodikale vastav

keskmise tulemus. Kui ühes maakonnas oli mitu vaatlusjaama, siis arvutati nende keskmine tulemus, et saada optimaalsed maakonna ilmastikutingimused. Kõik ilmastiku ja liiklusõnnetuste andmed esitati 15 maakonna kaupa ning iga päev jagati kõigis maakondades neljaks erinevaks osaks, moodustades 21 960 vaatlusega andmestiku. Igale vaatlusele lisati Tartu Observatooriumi koduleheküljel olevad päikesetõusu ja päikeseloojangu andmed, et määrata päeva osa valgustatus.

Käesolevas magistritöös uuriti sõltuvate tunnuste mõju kahele sõltuvale tunnusele ( $Y_1$  – liiklusõnnetused;  $Y_2$  – kannatanuga liiklusõnnetused) lineaarse regressioonanalüüsiga andmetöötlusprogrammis RStudio. Töös kasutati kahte sisult sarnast mudelit, sest hüpoteeside testimiseks kasutati mõlema sõltuva tunnuse puhul samasid kolme tüüpi sõltumatuid tunnuseid: ilmastikutingimused (jäide, tuisk, temperatuur alla  $-15^{\circ}\text{C}$  ja üle  $+25^{\circ}\text{C}$ , ohtlik tuul, ohtlik vihma- ja lumesadu, suhteline õhuniiskus, pimedus), riiklikud pühad (riiklik püha ja sellele järgnenud päev) ning elanike arv.

Tulemustest selgus, et üksikud rasked ilmastikutingimused suurendasid liiklusõnnetuste esinemise sagedust, mistõttu leidis esimene hüpotees kinnitust vaid osaliselt. Nii jäite kui ka temperatuuril alla  $-15^{\circ}\text{C}$  toimus rohkem liiklusõnnetusi, kuid pimedal ajal vähem. Samas tuisk, temperatuur üle  $+25^{\circ}\text{C}$ , suhteline õhuniiskus, ohtlik tuul, ohtlik vihma- ja lumesadu liiklusõnnetuste toimumisele mõju ei avaldanud. Seega ei pea liiklusõnnetuste toimumiseks sadama suurem kogus vihma või lund, vaid piisab sellest, et vedelad sademed külmuvad teele ning tekitavad liiklusohutikke tingimusi. Samuti ei leidnud kinnitust hüpotees, et riiklikud pühad suurendavad liiklusõnnetuste esinemise sagedust, sest nii riiklikel pühadel kui neile järgnenud päevadel toimus vähem liiklusõnnetusi kui tavalisel kalendripäeval. Mudel 1, kus vaadeldi kõiki liiklusõnnetusi, osutus statistiliselt oluliseks ning sõltumatud tunnused kirjeldasid liiklusõnnetuste toimumist 23,8%, mistõttu oli tunnuste vahel tegemist keskmise tugevusega seosega.

Mudelist 2, kus vaadeldi kannatanuga liiklusõnnetusi, järeldus, et kannatanuga liiklusõnnetusi toimus pigem enam elanikerohkemates piirkondades. Erinevalt kõigist liiklusõnnetustest ei osutunud kannatanuga liiklusõnnetuste puhul riiklikud pühad ja neile järgnenud päevad statistiliselt oluliseks. Seega ei leidnud kinnitust hüpotees, et riiklikud pühad suurendavad kannatanuga liiklusõnnetuste esinemise sagedust. Samuti

ei toimunud raskete ilmastikutingimuste korral oluliselt enam kannatanuga liiklusõnnetusi, sest vaid õhuniiskuse kasvades sagenesid kannatanuga liiklusõnnetused. Veel enam, pimeduse korral toimus omakorda vähem kannatanuga liiklusõnnetusi. Samas jäide, tuisk, temperatuur üle  $+25^{\circ}\text{C}$ , temperatuur alla  $-15^{\circ}\text{C}$ , ohtlik tuul, ohtlik vihma- ja lumesadu kannatanuga liiklusõnnetuste toimumisele statistiliselt olulist mõju ei avaldanud. Seetõttu ei leidnud kinnitust püstitatud hüpotees, et rasked ilmastikutingimused suurendavad kannatanuga liiklusõnnetuste esinemise sagedust. Võimalik, et statistiliselt oluliste seoste vähesus oli tingitud sellest, et raskeid ilmastikutingimusi esines kannatanuga liiklusõnnetuste puhul harva. Mudel 2 osutus statistiliselt oluliseks ning sõltumatud tunnused kirjeldasid liiklusõnnetuste toimumist 15,2%, seega on tunnuste vahel tegemist pigem nõrga seosega.

Kuigi mõlemad töös esitatud mudelid osutusid statistiliselt oluliseks, tuleks nii riskide prognoosimisel kui ka operatiivressursside planeerimisel kasutada esimest mudelit. Esimese mudeli kasutamist toetab ka asjaolu, et tekkemehhanismist tulenevalt on iga liiklusõnnetuse puhul tegemist potentsiaalselt kannatanuga sündmusega.

Liiklusõnnetuste toimumise ning raskete ilmastikutingimuste, riiklike pühade ja piirkonna elanike arvu vahel on statistiliselt olulised seosed. Samuti on võimalik täheldada sesoonseid seoseid, sest liiklusõnnetuste koguarv hakkas tõusma hilissuvel augustis ning kõige enam liiklusõnnetusi toimus talvekuudel detsembris ja jaanuaris. Samas kannatanuga liiklusõnnetuste arv oli vastupidiselt suurim suvel, mil juuli- ja augustikuu kõrgperioodi järel toimus sügisel kannatanuga liiklusõnnetuste stabiilne vähenemine. Kannatanuga liiklusõnnetuste sagenemist oli uuesti märgata alates kevadest. Nädalapäevadest toimus kõige enam liiklusõnnetusi reedel ning kõige vähem pühapäeval. Suurim osa kõigist liiklusõnnetustest ja kannatanuga liiklusõnnetustest leidis aset päeval ning kõige vähem öisel ajal. Samas, kui öösel toimus liiklusõnnetus, oli suurem tõenäosus, et õnnetuse tagajärjel saab mõni inimene kannata.

Eelnevalt kirjeldatud seoste ja järelduste puhul tuleb arvestada, et kõigi liiklusõnnetuste registreerimist ühtsetel alustel alustati alles 2015. aastal. Uute andmete lisandumisel paraneb ka mudeli täpsus. Samuti võib kaaluda käesolevas magistritöös esitatud mudeli täiendamist riigi poolt kogutavate teiste andmetega, näiteks tee seisundi, tee



temperatuuri ja liiklussagedusega. Neid andmeid kaasates tuleks nii teeilmajaamade kui liiklussageduse mõõtmispunkte rajada ka linnadesse, kus toimub märkimisväärne osa kõigist liiklusõnnetustest.

Täna kasutatavates andmebaasides on kogu vajalik informatsioon juba olemas, kuid erinevate andmekogude vahel puudub süsteemsus ja liidestatus. Vajalik oleks ühiselt vaadata üle Riigi Ilmateenistuse ja Maanteeameti vaatlusvõrgustik ning vajadusel teha muudatusi, et seniseid vahendeid võimalikult tõhusalt kasutada kogu riigi, mitte ainult ühe organisatsiooni huvides. Samuti oleks vajalik võtta kasutusele ühtne infosüsteem, kuhu saaks sisestada kõigi liiklusõnnetuste andmed, olenemata sellest, milline operatiivressurss sündmusele reageerima peab.

Erinevate riigiasutuste poolt klassifitseeritud ja ühtlustatud andmed peaks koondama ühtsesse infosüsteemi, kus Häirekeskus hakkaks seirama reaalses kogutavat informatsiooni. Häirekeskus peaks lisaks seiramise funktsioonile saama koordineeriva organisatsioonina ka avaliku kommunikatsiooni ülesande ning vastutama selle eest, et riskitaseme tõusu korral oleks nii elanikkond kui koostööpartnerid teavitatud.

Eeldusel, et Maanteeamet võtab kasutusele rohkem muutuvteabega liikluskorraldusvahendeid oleks võimalik vastavalt eesootavatele riskidele vähendada teelõikudel piirkiirust või teavitada liiklejaid liiklus- ja ilmastikuoludest ning võimalikest ohtudest. Samuti saaksid Päästeamet, Politsei- ja Piirivalveamet ning Terviseamet saadud informatsiooni alusel vajadusel kutsuda tööle enam inimressurssi või paigutada ohupiirkondadesse ennetavalt operatiivressursse. Samas võib ka politsei paigutada preventiivsel eesmärgil patrulle potentsiaalsetesse riskipiirkondadesse eesmärgiga olla liiklejate seas nähtav ning sellega liiklusvoogu rahustada, mis aitaks liiklusõnnetusi ja sellest tulenevaid kahjusid ära hoida.

Riigil on täna kasutatavates andmebaasides informatsioon, mille abil on võimalik liiklusõnnetuste toimumise riske prognoosida, elanikkonda ohtudest teavitada ning ka operatiivressursside tegevust paremini planeerida. Tegemist on rakendamata potentsiaaliga, mida on võimalik koordineeritult ja terviklikult juhtides edukalt kasutada. Ohtude ennetamine aitab kaasa tõhusamale riigivalitsemisele ja on soodsam kui tekkinud kahjude likvideerimine.

## KASUTATUD KIRJANDUS

Andrey, J. 2010. „Long-term trends in weather-related crash risks.“ *Journal of Transport Geography* 18: 247-258.

Anowara, S.; Yasmina, S.; Tay, R. 2013. „Comparison of crashes during public holidays and regular weekends.“ *Accident Analysis and Prevention* 51: 93-97.

AS Teede Tehnokeskus ja OÜ Stratum. 2010. „Eesti maanteetranspordi intelligentsete transpordisüsteemide kontseptsiooni väljatöötamine.“

[https://www.mnt.ee/sites/default/files/survey/ma\\_2010-23\\_1\\_its\\_aruanne.pdf](https://www.mnt.ee/sites/default/files/survey/ma_2010-23_1_its_aruanne.pdf) (viimati külastatud 01.10.2016).

Australian Transport Safety Bureau. 2006. „Characteristics of Fatal Road Crashes During National Holiday Periods.“ Juuni.

Black, A. W.; Mote, T. L. 2015. „Effects of Winter Precipitation on Automobile Collisions, Injuries, and Fatalities in the United States.“ *Journal of Transport Geography* 48: 165-175.

Brijs, T.; Karlis, D.; Wets, G. 2008. „Studying the Effect of Weather Conditions on Daily Crash Counts Using a Discrete Time-series Model.“ *Accident Analysis and Prevention* 40: 1180-1190.

Datlaa, S.; Sahub, P.; Rohd, H-J.; Sharmae, S. 2013. „A Comprehensive Analysis of the Association of Highway Traffic with Winter Weather Conditions.“ *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 104: 497-506.

Draba, M. 2012. „Kiiruskaamerate mõju liiklusohutusele Tallinn-Tartu maanteel.“ Magistritöö. Sisekaitseakadeemia. Lk 63-64.

Edwards, J. B. 1998. „The Relationship Between Road Accident Severity and Recorded Weather.“ *Journal of Safety Research* 29 (4): 249-262.

Eensoo, D. 2010. „Autojuhtide riskiv liikluskäitumine: psühholoogilise sekkumise kaugmõju sõltuvalt sotsio-demograafilistest, bioloogilistest ja isiksuslikest teguritest“. Tartu Ülikool.

Eesti rahvuslik liiklusohutusprogramm aastateks 2003-2015.  
[https://www.riigikantselei.ee/valitsus/valitsus/et/valitsus/arengukavad/majandus-ja-kommunikatsiooniministeerium/liiklusohutusprogramm\\_2003\\_2015.pdf](https://www.riigikantselei.ee/valitsus/valitsus/et/valitsus/arengukavad/majandus-ja-kommunikatsiooniministeerium/liiklusohutusprogramm_2003_2015.pdf) Lk 4, 8-9.

Eesti rahvuslik liiklusohutusprogrammi aastateks 2003-2015 täiendatud tekst. Heaks kiidetud Vabariigi Valitsuse 09.02.2012. a korraldusega nr 66.  
<https://www.mkm.ee/sites/default/files/liiklusohutusprogramm.pdf> Lk 5, 10-11, lisa 5.

Eesti Statistikaameti kodulehekül. 2016. <http://www.stat.ee/> (viimati külastatud 08.10.2016).

Ess, J. 2015. Liikluskäitumise monitooring 2015. Teede Tehnokeskus.  
[https://www.mnt.ee/sites/default/files/survey/liikluskaitumise\\_monitooring\\_2015.pdf](https://www.mnt.ee/sites/default/files/survey/liikluskaitumise_monitooring_2015.pdf) .

Euroopa Komisjon. 2010. „Euroopa kui liiklusohutusala: poliitikasuunised liiklusohutuse valdkonnas aastateks 2011-2020.“  
[https://ec.europa.eu/transport/road\\_safety/sites/roadsafety/files/pdf/road\\_safety\\_citizen/road\\_safety\\_citizen\\_100924\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/transport/road_safety/sites/roadsafety/files/pdf/road_safety_citizen/road_safety_citizen_100924_en.pdf) Lk 4, 9-10.

Euroopa Komisjoni kodulehekül. 2016a. „Rasked vigastused liikluses.“  
[http://ec.europa.eu/transport/road\\_safety/topics/serious\\_injuries\\_et](http://ec.europa.eu/transport/road_safety/topics/serious_injuries_et) (viimati külastatud 20.11.2016).

Euroopa Komisjoni kodulehekül. 2016b. „Road safety evolution EU.“ November.  
[http://ec.europa.eu/transport/road\\_safety/sites/roadsafety/files/pdf/observatory/historical\\_evol\\_popul.pdf](http://ec.europa.eu/transport/road_safety/sites/roadsafety/files/pdf/observatory/historical_evol_popul.pdf) (viimati külastatud 20.11.2016).

Euroopa Komisjoni kodulehekül. 2016c. „Safer roads – infographics.“  
[https://ec.europa.eu/transport/road\\_safety/specialist/statistics/infograph\\_et](https://ec.europa.eu/transport/road_safety/specialist/statistics/infograph_et) (viimati külastatud 20.11.2016).

European Commission. Directorate General for Transport. 2016. „Annual Accident Report.“ Juuni.  
[http://ec.europa.eu/transport/road\\_safety/sites/roadsafety/files/pdf/statistics/dacota/asr2016.pdf](http://ec.europa.eu/transport/road_safety/sites/roadsafety/files/pdf/statistics/dacota/asr2016.pdf) Lk 7, 10.

Farmer, C.; Williams, A. 2005. „Temporal factors in motor vehicle crash deaths.“ *Injury Prevention* 11 (1): 18-23.

Golob, T. F.; Recker, W. W. 2003. „Relationships among urban freeway accidents, traffic flow, weather, and lighting conditions.“ *Journal of Transportation Engineering* 129 (4): 342-353.

Hermans, E.; Brijs, T.; Stiers, T.; Offermans, C. 2006. „The Impact of Weather Conditions on Road Safety Investigated on an Hourly Basis.“ *In: Proceedings of the 85th Annual meeting of the Transportation Research Board* January 22–26, Washington, D.C.

Innamaa, S.; Norros, I.; Kuusela, P.; Rajamäki, R.; Pilli-Sihvola, E. 2014. „Road traffic incident risk Assessment, Accident data pilot on Ring I of the Helsinki Metropolitan Area.“ *VTT Technology* 172. Lk 44-45.

Kajo, K. 2015. „Kiiruseületamise eest määratava karistuse seos liikluskäitumisega Eestis.“ *Magistritöö. Sisekaitseakadeemia*. Lk 49-50, 54.

Keay, K.; Simmonds, I. 2005. „The Association of Rainfall and Other Weather Variables with Road Traffic Volume in Melbourne, Australia.“ *Accident Analysis and Prevention* 37: 109-124.

Knapp, K. K.; Smithson, L. D. 2000. „Winter storm event volume impact analysis using multiple-source archived monitoring data.“ *Transportation Research Record* 1700: 10-16.

Koalitsioonilepe 2015. Eesti Reformierakonna, Sotsiaaldemokraatliku Erakonna ning Erakonna Isamaa ja Res Publica Liit kokkulepe valitsuse moodustamise ja valitsusliidu tegevusprogrammi põhialuste kohta. 08.04.2015. Lk 4.

Kuldmaa, K. 2015. „Liiklusõnnetuste seos ebasoodsate ilmastikutingimustega Tallinn-Pärnu-Ikla maanteel 2004-2013.“ *Diplomitöö. Tallinna Ülikool*. Lk 27.

Liiklusohutusprogramm 2016-2025 (kooskõlastamisel).

<https://www.mnt.ee/et/liikleja/liiklusohutusprogramm-2016-2025/liiklusohutusprogramm-2016-2025-saadetud> Lk 1, 13-15, 23.

Liiklusseadus, RT I 2010, 44, 261.

Lippur, H. 2016. „Metsloomadega toimuvate liiklusõnnetuste seosed maanteede lähiümbruse maastikuga Eesti põhimaanteedel.“ Lõputöö. Tartu Ülikool. Lk 20-21.

Maanteeameti kodulehekülg 2016.

<https://www.mnt.ee/et/ametist/statistika/liiklusonnetuste-statistika> (viimati külastatud 17.11.2016).

Michalaki, P.; Quddus, M. A.; Pitfield, D.; Huetson, A. 2015. „Exploring the Factors Affecting Motorway Accident Severity in England Using the Generalised Ordered Logistic Regression Model.“ *Journal of Safety Research* 55: 89–97.

Miškinyte, G. 2016. „Aktiivsus- ja tähelepanuhäire sümptomid kui riskitegur algajatel autojuhtidel.“ Bakalaureusetöö. Tartu Ülikool. Lk 29.

Norrman, J.; Eriksson, M.; Lindqvist, S. 2000. „Relationships between road slipperiness, traffic accident risk and winter road maintenance activity“ *Climate research* 15: 185-193.

Oper, J. 2015. „Elanike hinnangud politseinike ja piirivalvurite tööle.“ Ülevaade 2014. aastal läbiviidud üleriigilisest avaliku arvamuse uuringust. Politsei- ja Piirivalveamet, <https://www.politsei.ee/dotAsset/380187.pdf> Lk 56.

Pukk, P. 2013. „Liiklusõnnetused taasiseseisvunud Eestis.“ *Eesti Statistika Kvartalikirj* 2/13. Lk 4.

Politsei- ja Piirivalveamet ning Maanteeamet. 2016. Liiklusaasta 2015. <https://www.politsei.ee/dotAsset/580361.pdf>.

Pühade ja tähtpäevade seadus, RT I 1998, 13, 162.

Ramboll Eesti AS. 2013. „Muutuvteabega liikluskorraldusvahendite kasutamine“. [https://www.mnt.ee/sites/default/files/survey/vms\\_uuring\\_28062013.pdf](https://www.mnt.ee/sites/default/files/survey/vms_uuring_28062013.pdf) (viimati külastatud 01.10.2016).

Riigikontrolli aruanne Riigikogule. 2016. „Politsei- ja Piirivalveameti moodustamise kulg ja tulemuslikkus.“  
<http://www.riigikontroll.ee/Riigikontrollipublikatsioonid/Auditiaruanded/tabid/206/Audit/2383/language/et-EE/Default.aspx> Lk 4.

Riigi Ilmateenistuse kodulehekül. 2016.  
<http://www.ilmateenistus.ee/ilmatarkus/kasulik-teada/hoiatuste-kriteeriumid/> (viimati külastatud 10.11.2016).

Riigi Infosüsteemi Ameti kodulehekül. 2016. <https://www.ria.ee/ee/x-tee-statistika.html> (viimati külastatud 20.10.2016).

Simonova, J. 2013. „Eestis surmaga lõppenud liiklusõnnetused ja neis hukkunud.“ Lõputöö. Tartu Ülikool. Lk 43.

Siseministeeriumi kodulehekül. 2016.  
<https://www.siseministeerium.ee/et/uudised/eesti-laheb-ule-uhele-hadaabinumbrile-112> (viimati külastatud 10.11.2016).

Siseturvalisuse arengukava 2015-2020.  
[https://www.siseministeerium.ee/sites/default/files/dokumendid/Arengukavad/siseturvalisuse\\_arengukava\\_2015-2020\\_kodulehele.pdf](https://www.siseministeerium.ee/sites/default/files/dokumendid/Arengukavad/siseturvalisuse_arengukava_2015-2020_kodulehele.pdf) Lk 3, 10, 11, 18, 69.

Stratum Inseneribüroo. 2010. Liikluskäitumise monitooringu lõpparuanne.  
<http://www.digar.ee/arhiiv/nlib-digar:238112>

Štšeglakov, A. 2014. „Maanteede kurvilisuse ja liiklusõnnetuste esinemissageduse vahelised seosed.“ Bakalaureusetöö. Tartu Ülikool. Lk 35.

Tammets, T. 2012. „Eesti ilma riskid.“ Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituut, Tallinn. Toimetaja. A. Kallis, 2., täiendatud ja parandatud trükk. Lk 18, 83, 139.

Tartu Observatooriumi kodulehekül. 2016.

[https://www.to.ee/est/teenused/teadustoo\\_teenused/oo\\_ja\\_paev\\_eestis](https://www.to.ee/est/teenused/teadustoo_teenused/oo_ja_paev_eestis) (viimati külastatud 10.11.2016).

TNS Emor. 2011. „Liiklusohutus laste ja nende vanemate seas.“

[https://www.mnt.ee/sites/default/files/survey/mntlaps11\\_aruanne\\_helkuri\\_ja\\_turvavoo\\_kasutamine.pdf](https://www.mnt.ee/sites/default/files/survey/mntlaps11_aruanne_helkuri_ja_turvavoo_kasutamine.pdf) (viimati külastatud 29.11.2016).

TNS Emor. 2012. „Jalakäijahelkuri kasutamine.“

<http://www.rahvatervis.ut.ee/bitstream/1/4867/1/Emor2012.pdf> (viimati külastatud 29.11.2016)

Turu-uuringute AS. 2014. „Sõiduki juhtimine alkoholi ja narkootikumi mõju all.“

[https://www.mnt.ee/sites/default/files/survey/2014\\_10\\_soiduki\\_juhtimine\\_alkonarko\\_aruanne.pdf](https://www.mnt.ee/sites/default/files/survey/2014_10_soiduki_juhtimine_alkonarko_aruanne.pdf) (viimati külastatud 29.11.2016).

Turu-uuringute AS. 2015a. „Liiklusteadlikkus.“

[https://www.mnt.ee/sites/default/files/survey/liiklusreeglite\\_tundmine.pdf](https://www.mnt.ee/sites/default/files/survey/liiklusreeglite_tundmine.pdf) (viimati külastatud 29.11.2016).

Turu-uuringute AS. 2015b. „Sõidukiirus.“

[https://www.mnt.ee/sites/default/files/survey/soidukiirus\\_2015\\_aruanne.pdf](https://www.mnt.ee/sites/default/files/survey/soidukiirus_2015_aruanne.pdf) (viimati külastatud 29.11.2016).

Turu-uuringute AS. 2015c. „Turvavöö kinnitamine.“

[https://www.mnt.ee/sites/default/files/survey/turvavoo\\_kinnitamine.pdf](https://www.mnt.ee/sites/default/files/survey/turvavoo_kinnitamine.pdf) (viimati külastatud 29.11.2016).

Turvalisuspoliitika 2008-2015. Siseministeerium.

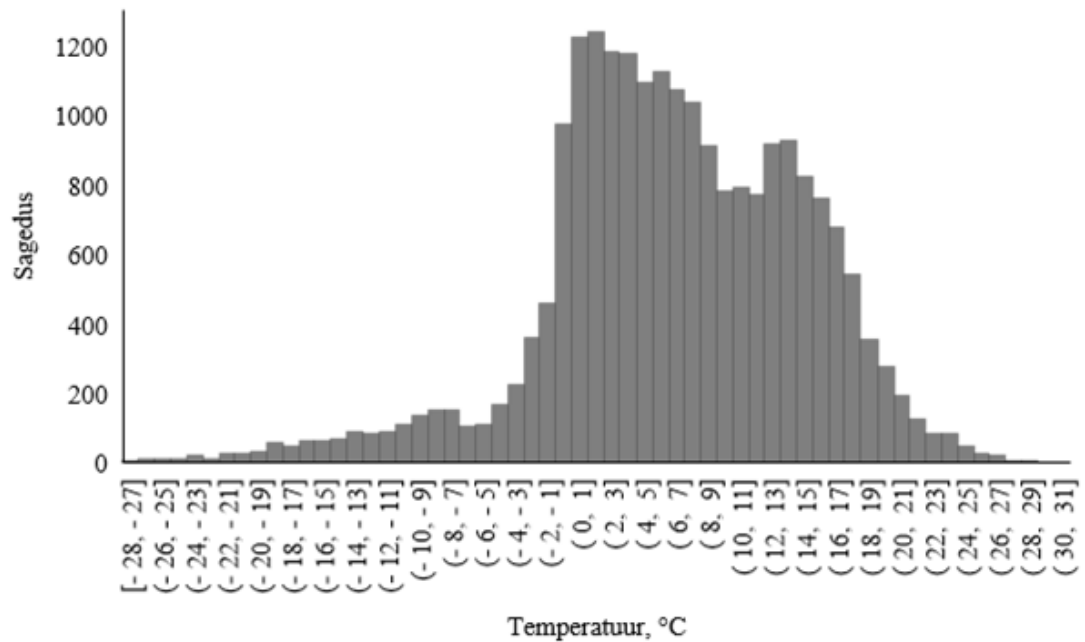
[https://issuu.com/siseministeerium/docs/turvalisuspoliitika\\_kokkuvote](https://issuu.com/siseministeerium/docs/turvalisuspoliitika_kokkuvote). Lk 83.

Vabariigi Valitsuse kodulehekül. 2016a. „Demokraatia, riigivalitsemine ja kodanikuühiskond.“ <https://valitsus.ee/et/demokraatia-riigivalitsemine-ja-kodanikuuhiskond> (viimati külastatud 23.11.2016).

Vabariigi Valitsuse kodulehekül. 2016b. „Siseturvalisus ja õigusruum.“  
<https://valitsus.ee/et/siseturvalisus-ja-oigusruum> (viimati külastatud 23.11.2016).

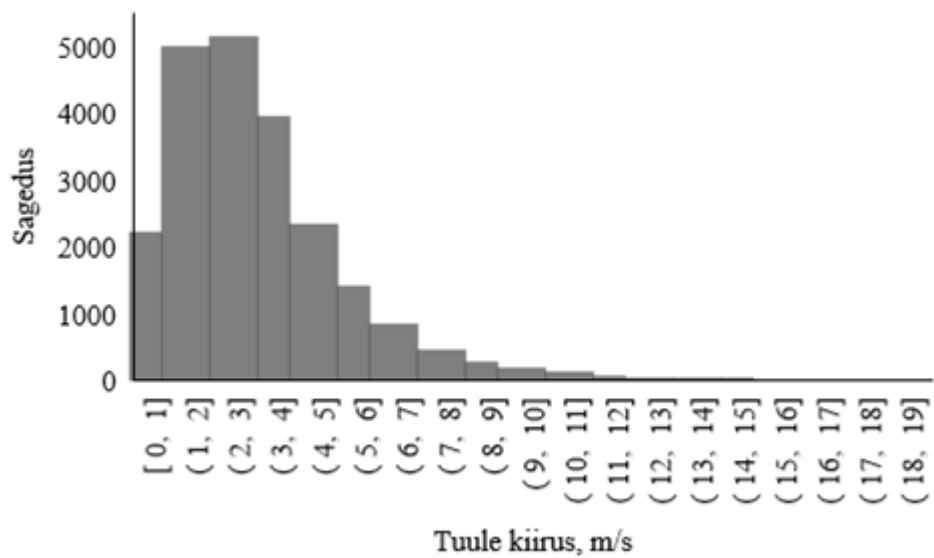
Äär, H. 2014. „Eesti maanteedele paigutatud kiiruskaamerate mõju liiklusõnnetuste vähenemisele.“ Magistritöö. Tartu Ülikool. Lk 64-65.





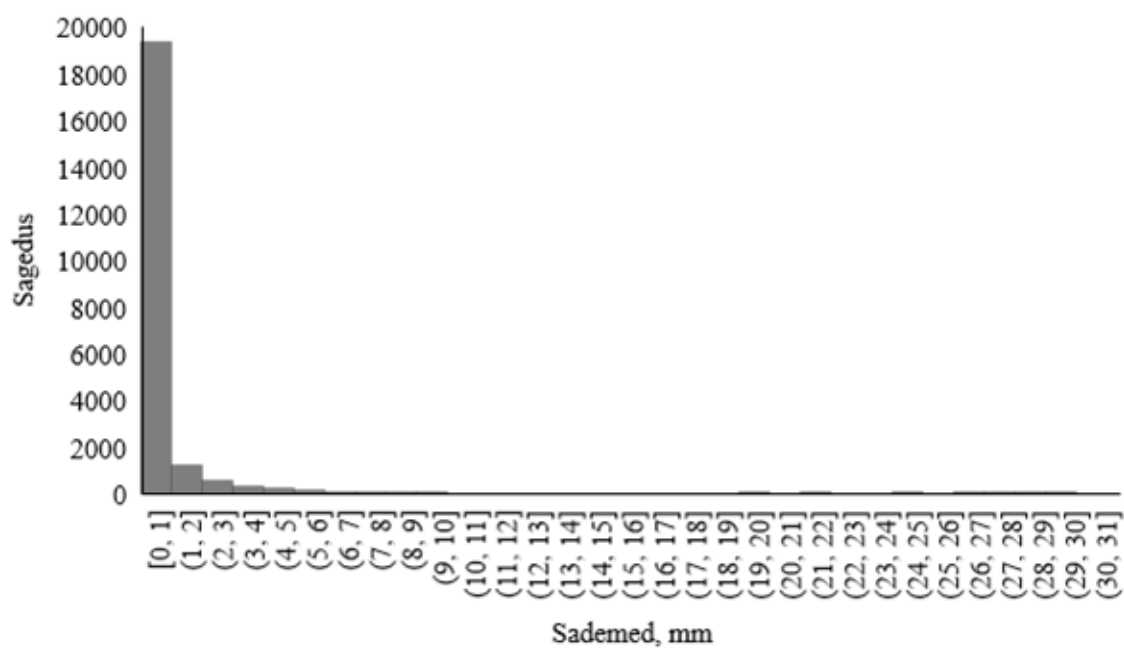
Joonis 12. Temperatuuri hajuvusdiagramm

Allikas: Autori koostatud Riigi Ilmateenistuse andmete põhjal



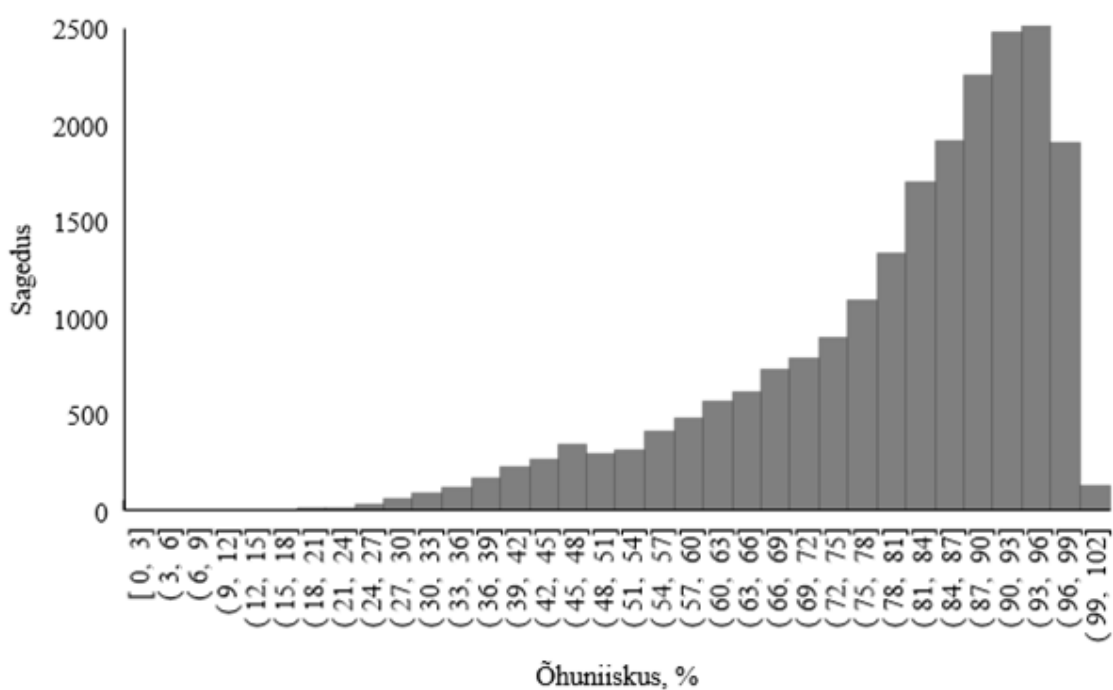
Joonis 13. Tuule hajuvusdiagramm

Allikas: Autori koostatud Riigi Ilmateenistuse andmete põhjal



Joonis 14. Sademete hajuvusdiagramm

Allikas: Autori koostatud Riigi Ilmateenistuse andmete põhjal



Joonis 15. Suhtelise õhuniiskuse hajuvusdiagramm

Allikas: Autori koostatud Riigi Ilmateenistuse andmete põhjal

Tabel 16. Sagedustabel ühes liiklusõnnetuses hukkunud inimeste arv kokku

Ühes liiklusõnnetuses hukkunud inimesed kokku	Sagedus	Antud sagedusega liiklusõnnetustes hukkunud inimesed kokku	Protsent kõigist sagedustest
0	21903	0	99,7%
1	53	53	0,2%
2	3	6	0,0%
4	1	4	0,0%
<b>Kokku</b>	<b>21960</b>	<b>63</b>	<b>100,0%</b>

Allikas: Autori koostatud Häirekeskuse ning Politsei- ja Piirivalveameti andmete põhjal

# **PREDICTING THE RISK OF A TRAFFIC ACCIDENT TO USE PUBLIC FUNDS MORE EFFICIENTLY**

Ott Nauts

## **SUMMARY**

The last two governments of the Republic of Estonia have had strategic target to reduce public sector costs. Public funds are limited, therefore police, ambulance and rescue services must find more efficient solutions to provide their services at highest possible quality. The most common case where police, ambulance and rescue services work together is a traffic accident. Traffic accidents cause a huge cost to society from victims' personal harm to state economy.

Although the Estonian public sector is highly digitalised, unfortunately a lot of state institutions collect data for only organization's primary statutory duties and does not think about cross-usage of data. Using the data already collected in a smarter way can provide a significant added value. Therefore, this Master's thesis studied, how severe weather conditions and public holidays impact traffic accidents with the aim of planning police, ambulance and rescue services more efficiently and thereby prevent risks and reduce the cost caused by traffic accidents. Hypotheses were tested by two linear regression models in the RStudio.

The results showed that only a few severe weather conditions increased traffic accidents and therefore the first hypothesis was confirmed only partially. More traffic accidents occurred in case of glazed frost and temperature below  $-15^{\circ}\text{C}$ , but less in the dark. However, a snowstorm, temperatures above  $+25^{\circ}\text{C}$ , relative humidity, strong wind, rain and snow had no effect on the frequency of traffic accidents. The hypothesis which defined the increase in traffic accidents during public holidays was not confirmed, because less accidents occurred in public holidays as well as the following days compared to the regular calendar days. Model 1, which observed all traffic accidents turned out to be statistically significant and independent variables described the occurrence of accidents with 23.8%, which is defined as a medium-strength relationship.

More traffic accidents with casualties occurred in regions with larger population. Public holidays and the following days did not have an effect on the frequency of traffic accidents with casualties which means the hypothesis which defined the increase in traffic accidents with casualties during public holidays was not confirmed. More traffic accidents with casualties occurred in case of the increase in humidity and less in dark. Glazed frost, snowstorm, temperature above  $+25^{\circ}\text{C}$  and below  $-15^{\circ}\text{C}$  did not have statistically significant relationship. Therefore, the hypothesis which claimed that severe weather conditions increase the frequency of traffic accidents with casualties was not confirmed. It is possible that the shortage of statistically significant relationships could be due to the rare occurrence of severe weather conditions in case of the traffic accidents with casualties.

Although both models were found to be statistically significant, the first model should be used in order to predict the risks and planning police, ambulance and rescue services. The first model analysed all traffic accidents and it had medium-strength relationship between variables. Since the traffic accidents, severe weather, public holidays, and the number of residents in the area had statistically significant relationship, the study should be continued when new additional data is collected. It is worth considering that model could be supplemented by some new variables (road condition, the temperature of the road, traffic frequency etc.).

Databases which are currently in use contain all the necessary information. Although, different databases are not directly connected to each other and need more systematic structure. All the necessary and important data should be brought together into one information system. The Estonian Emergency Response Centre could monitor real-time information and when the risk level rises, would inform population and other state institutions.

Assuming the Estonian Road Administration will introduce more variable message signs, it would be possible to reduce the speed limit or to inform road users on road conditions, weather conditions, and the potential dangers. Police, ambulance and rescue services could also call out additional men and equipment to be able to quickly react to

every case. Police patrols may also be placed preventively to potential risk areas to calm traffic, which could help to prevent the traffic accidents and the consequential damages.

The Republic of Estonia has today the information in the databases, which makes it possible to predict the traffic accident risks, to inform the population of the risks and to plan police, ambulance and rescue services more efficiently. It has huge untapped potential, which could be successfully used if process is managed properly. Risk prevention will contribute to a more efficient state governance and is more cost-effective than dealing later the damages of traffic accidents.

## **Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks**

Mina, Ott Nauts (isikukood: 38707184222), annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose „Liiklusõnnetuse riskide prognoosimine riiklike vahendite tõhusamaks kasutamiseks“, mille juhendaja on Kristjan Vassil,

1. reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
3. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;
4. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, 05. detsember 2016

*Ott Nauts*